



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

ESTUDO DAS CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS EM ADOBE NA REGIÃO DE TOMAR

Relatório de Projeto de Mestrado

Cristiano Manuel Oliveira Brasil

Mestrado em Reabilitação Urbana

(Construção)

Tomar/Setembro/2016



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Cristiano Manuel Oliveira Brasil

**ESTUDO DAS CONSTRUÇÕES
TRADICIONAIS EM ADOBE NA REGIÃO
DE TOMAR**

Relatório de Projeto de Mestrado

Orientado por:

Professor Doutor Jorge Mascarenhas, Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Relatório de Projeto apresentado ao Instituto
Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Mestre em
Reabilitação Urbana.

RESUMO

Atualmente existe um crescente interesse pelas construções em terra, por se tratar de uma forma de construção sustentável e com pouco impacto no ambiente. A construção em terra, envolve uma baixa incorporação de energia durante a construção e durante a utilização, apresentando níveis de conforto e salubridade superiores às construções modernas. São, também, construções simples e de rápida execução que se integram bem na paisagem, e valorizam o meio rural e urbano.

Na região de Tomar existe uma técnica tradicional de construção em terra, a construção em blocos de adobe. O sistema construtivo por blocos de terra é o mais próximo da forma de construção corrente. Neste trabalho, procura-se conhecer melhor este processo construtivo na região onde o Instituto Politécnico de Tomar se insere, de modo a contribuir para uma eventual aplicação melhorada em construções novas, bem como para uma melhor prática na reabilitação das construções antigas.

Palavras-chave: Construção, Reabilitação, Blocos de Terra, Adobe, Região de Tomar.

ABSTRACT

Actually there is a growing interest in building on earth, because it is a form of sustainable construction and with little environmental impact. They have a low incorporation of energy during construction and subsequent use, with levels of comfort and hygiene superior than modern buildings. They are also simple constructions of rapid implementation that seamlessly integrate into the rural and urban areas.

In the region of Tomar there is a traditional way of building on earth, the construction of *adobe* blocks. As a building block system is the one that most closely to the current form of construction and therefore has greater potential applicability. This project seeks to learn more about this building process in the region where the Polytechnic Institute of Tomar is inserted, for their possible application in new buildings with improvements as well as a best practice for the rehabilitation of old buildings.

Keywords: Construction, Rehabilitation, Earth blocks, Adobe, Tomar Region.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Jorge Mascarenhas, pelo apoio, disponibilidade, tolerância e sobretudo pela procura de rigor e orientação prestados ao longo deste tempo. Pois, independentemente da qualidade deste projeto, este só foi possível devido à sua persistência e vontade, que para mim foi essencial para retirar e aprender o máximo possível com a sua experiência e conhecimento.

Aos meus colegas de mestrado, pelo espírito de entreajuda e companheirismo.

À minha família e amigos, pelo apoio a nível pessoal.

E em especial, à minha namorada, Andreia Gonçalves, pois foi o seu incentivo e dedicação que me levaram a alcançar este objetivo.

ÍNDICE

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABELAS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos do trabalho	2
1.3. Estrutura do trabalho	2
1.4. Metodologia de trabalho.....	3
1.4.1. Limites da área de estudo	3
1.4.2. Constrangimentos na execução do trabalho	4
2. CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS EM TERRA.....	5
2.1. Formas de construções em terra em Portugal	7
2.1.1. Construção em taipa.....	9
2.1.2. Construção em tabique.....	12
2.1.3. Construção em adobe.....	14
2.2. Vantagens da construção em terra	17
2.3. Limitações das construções em terra	18
3. CONSTRUÇÕES EM ADOBE	20
3.1. Tipos de construções de adobe em Portugal	20
3.2. Razões para a construção em adobe em relação a outros sistemas de construção em terra	22
3.3. Características gerais das construções em adobe.....	23
4. CONSTRUÇÕES EM ADOBE NA REGIÃO DE TOMAR	25
4.1. Tipologia das construções	26
4.2. Forma de fabrico dos adobes (escolha das terras, ferramentas, dimensões, composições, tempos de secagem).....	31
4.2.1 Escolha do solo	31
4.2.2 Ferramentas.....	33
4.2.3 Dimensões	34
4.2.4 Composição	35
4.2.5 Tempos de secagem.....	35
4.3. Descrição da sequência de construção	36

4.3.1.	Execução da fundação	37
4.3.2.	Execução das alvenarias.....	38
4.3.3.	Execução dos vãos	39
4.3.4.	Execução das paredes interiores e lareira	40
4.3.5.	Execução da cobertura	40
4.3.6.	Revestimento de paredes	41
4.4.	Descrição detalhada do sistema construtivo	42
4.4.1.	Fundações	43
4.4.2.	Soleiras	44
4.4.3.	Ombreiras	44
4.4.4.	Aparelhos.....	45
4.4.5.	Vergas	47
4.4.6.	Caixilharia das janelas	48
4.4.7.	Paredes interiores.....	50
4.4.8.	Beirados	52
4.4.9.	Portas exteriores e interiores	53
4.4.10.	Pavimentos	54
4.4.11.	Tetos	55
4.4.12.	Lareiras e chaminés	55
5.	PATOLOGIAS E REABILITAÇÃO	57
5.1.	Patologias mais comuns.....	58
5.1.1.	Degradação devido ao abandono	61
5.1.2.	Degradação da cobertura devido à água.....	62
5.1.3.	Degradação devido à ascensão capilar	71
5.1.4.	Degradação devido à insuficiente proteção dos beirados.....	72
5.1.5.	Degradação por assentamento diferenciais.....	73
5.1.6.	Acrescentos posteriores	74
5.2.	Possível vulnerabilidade à ação sísmica	74
5.2.	Propostas de soluções construtivas de reabilitação.....	79
5.2.1.	Reforço e reabilitação de elementos construtivos	80
5.2.1.1.	Fundações.....	80
5.2.1.2.	Paredes.....	81
5.2.1.3.	Cobertura.....	85
5.2.1.4.	Caixilharias.....	90

5.2.1.5.	Pavimentos	91
5.2.1.6.	Isolamento térmico.....	92
5.2.1.7.	Instalações sanitárias	94
6.	CONCLUSÕES.....	95
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Mapa do concelho de Tomar com a identificação dos sistemas construtivos tradicionais (Fonte: autor)	3
Figura 2- Diagrama de classificação das diferentes técnicas construtivas em terra, em função do tipo de estrutura [2]	5
Figura 3- Divisão das técnicas construtivas em terra segundo o estado físico [4]	6
Figura 4- Técnicas tradicionais em todo o país [4].....	7
Figura 5- Construção em taipa com incorporação de seixos e tijolos cerâmicos, Almeirim (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)	9
Figura 6- Elementos constituintes de uma cofragem. [4]	10
Figura 7- Exemplos de pilões ou maços tradicionais. [4]	10
Figura 8-Cofragem em madeira com elementos de encaixe para melhorar a ligação entre blocos, (Fonte: de autor).....	11
Figura 9- a) e b) Compactação da terra de forma manual [7], c) Compactação da terra de forma mecanizada [2].....	11
Figura 10- Revestimento com argamassa tradicional sobre o ripado, [7].....	12
Figura 11- a) Estrutura de madeira sobre a qual é pregado o ripado horizontal [18], b) Pormenor construtivo de tabique em parede exterior, Mirandela, (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas).....	13
Figura 12-Enxaimel como parede interior. Golegã. (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas).....	13
Figura 13- Processo de fabrico dos blocos de adobe. (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas) ...	15
Figura 14- Fases de execução de paredes em adobe, a) Elevação das paredes exteriores de adobe com definição das paredes interiores, b) Elevação das paredes até à cota dos vãos, c) Marcação dos vãos, d) Construção em adobe pronta a receber os elementos da cobertura [10].....	16
Figura 15-Sistemas construtivos em terra na Europa [11].	20
Figura 16-Blocos de adobe, cidade de Aveiro. (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)	21
Figura 17-Blocos de adobe, cidade de Tomar. (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)	21
Figura 18-Construção de cúpula com blocos de adobe sem cofragem [4]	22
Figura 19-Distribuição das cargas sobre lintéis com arcos de tijolo de burro e adobe [4] ..	22

Figura 20-Instrumento em madeira denominado “socador” ou “sóca” [14], adobeiro em madeira [18].....	23
Figura 21- Archete com blocos adobe de menor dimensão, freguesia de Avelãs de Caminho (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)	24
Figura 22- Archete de adobe para aliviar as padieiras, a) Blocos de adobe dispostos em cutelo, b) Blocos de adobe dispostos em triângulo, [14]	24
Figura 23- Distrito de Santarém, com a localização do concelho de Tomar [16]	25
Figura 24-Exemplos de habitações na região de Tomar: a) Habitação localizada na Rua de Coimbra, meio urbano, b) Habitação localizada na localidade do Coito, meio rural (Fonte: de autor).....	27
Figura 25- a) Modelo retangular tipo, de habitação situada no meio urbano, b) Modelo retangular tipo, de habitação situada no meio rural (Fonte: de autor)	27
Figura 26-Tipologias tradicionais de construções em adobe e as suas variações em planta. a) Habitação em Carvalhos de Figueiredo, b) Habitação em Marianaia, Tomar (Fonte: autor)	28
Figura 27- Exemplo de habitação tradicional com inclusão de instalações sanitárias em São Pedro (Fonte: de autor).....	30
Figura 28- Exemplo de um modelo rural em Carvalhos de Figueiredo (Fonte: autor).....	30
Figura 29- Ferramentas utilizadas no fabrico de blocos de adobe [18]	34
Figura 30- Blocos de adobe retangulares com as arestas retangulares para fixação de pequenas pedras (Fonte: Arqº Jorge Mascarenhas e de autor)	34
Figura 31-Sequência da construção com blocos de adobe. (Fonte: Arq. Jorge Mascarenhas)	37
Figura 32- a) Fixação de pedras de pequena dimensão ao longo das juntas dos blocos, b) Fixação de pedaços de telha cerâmica ao longo das juntas dos blocos, (Fonte: de autor)...	39
Figura 33- Estruturas em madeira de coberturas executadas em construções de adobe (Fonte: autor)	41
Figura 34- a) Soco executado em alvenaria de pedra calcária, b) Pormenor de fundação em pedra de uma construção em adobe [6].....	43
Figura 35- a) Soleira executada com bloco de pedra calcária, b)Pormenor da soleira de uma porta de habitação em adobe (Fonte: autor)	44

Figura 36- Exemplos de ombreiras executadas em pedra calcária na região de Tomar, a) Ombreira em pedra na janela, b) Ombreiras em pedra na janela, c) Ombreiras em pedra na porta (Fonte: autor)	45
Figura 37- a) Adobe retangular disposto a uma vez, b) Adobe retangular disposto a uma vez em parede de empena, c) Adobe retangular disposto a uma vez e com introdução de tijolo cerâmico perfurado nas juntas verticais (Fonte: autor)	45
Figura 38- Tipos de aparelhos de alvenaria de adobe – a) meia vez, b) uma vez e c) uma vez e meia (Fonte: de autor)	46
Figura 39- Pormenores de ligação entre cunhais, acerto do travamento, exemplos construtivos (Fonte: autor)	46
Figura 40- a) Verga em pedra calcária pelo exterior, b) Verga em madeira aplicada numa porta interior, (Fonte: de autor)	47
Figura 41- Reforço da "Verga" de janela com recurso a arco de tijolo de "burro" (Fonte: autor)	48
Figura 42- Pormenor de fixação do aro em madeira com calço, (Fonte: de autor)	49
Figura 43- a) Janela com verga em arco, b) Janela retangular de madeira de duas folhas, c) Portadas interiores em madeira para proteção solar, (Fonte: de autor)	49
Figura 44- Exemplos de soluções para o parapeito das janelas: a) solução com pedras de menor dimensão; b) solução com pedra de grande dimensão; c) solução com tijolo cerâmico maciço. (Fonte: de autor)	50
Figura 45- Parede interior em taipa de fasquio com introdução de telhas no seu enchimento, b) Parede interior em taipa de fasquio, c) Parede interior executada com tijolo cerâmico furado (Fonte: de autor)	50
Figura 46- Paredes interior como apoio à viga de cumeeira, (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)	51
Figura 47- Pormenores construtivos dos três tipos de paredes interiores: a) enxaimel com enchimento de telhas; b) enxaimel com enchimento de terra; c) pano em tijolo maciço (Fonte: de autor)	52
Figura 48- Beirado executado com telha cerâmica Marselha, b) Beirado executado com telha cerâmica do tipo canudo (Fonte: de autor)	52

Figura 49 - Exemplos de soluções construtivas para beirados: a) beirado executado com telha cerâmica do tipo canudo; b) beirado em telha cerâmica do tipo "Marselha". (Fonte: de autor)	53
Figura 50- a) Porta exterior em madeira com “bandeira” em arco, b) Porta exterior em madeira, c) Porta interior em madeira com “bandeira”, c) Porta interior em madeira (Fonte: de autor).....	54
Figura 51-a) Estrutura de pavimento em madeira, b) Pormenor construtivo do pavimento em construções de adobe (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas e de autor)	54
Figura 52- Pormenor construtivo de teto de construção em adobe (Fonte: de autor).....	55
Figura 53- a) Lareira executada com estrutura de madeira, b) lareira executada com estrutura em pedra, (Fonte: de autor)	55
Figura 54- Exemplo de chaminés e apanha fumos de construções em adobe: a) Carril região de Tomar, b) São Pedro Região de Tomar (Fonte: de autor e Arq.º Jorge Mascarenhas) ...	56
Figura 55- a) Degradação de construção abandonada na Marianaia, b) Degradação de construção abandonada em São Pedro de Tomar (Fonte: autor)	61
Figura 56- a) e b) Degradação de construções abandonadas em Carvalhos de Figueiredo região de Tomar (Fonte: autor).....	62
Figura 57- a) Flexão da estrutura da cobertura por excesso de peso do telhado, habitação localizada em Carril, b) Colapso total da cobertura (Carril), (Fonte: de autor)	63
Figura 58- a) Esmagamento e degradação na zona face superior da parede, b) Esmagamento da parede por ação da cobertura e destacamento do revestimento, c) Esmagamento dos blocos e consequente desagregação da parede (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas e de autor)	64
Figura 59- Mecanismo de colapso para fora do plano devido a impulsos da cobertura, de uma construção tradicional em adobe (Fonte: de autor)	65
Figura 60- a) Impulso da cobertura sobre a parede de fachada, b) Fenda vertical que atravessa os blocos devido a impulso da cobertura, c) Fenda ligeiramente diagonal que atravessa os blocos de adobe junto ao cunhal, desligamento dos panos (Fonte: de autor)	65
Figura 61- a) Colapso longitudinal do pano de parede exterior, b) Degradação progressiva do cunhal, c) Desligamento dos panos de parede perpendiculares, (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas e de autor).....	66

Figura 62- a) Flexão e degradação da verga de madeira da janela, b) Degradação da verga de madeira e revestimento da face inferior do vão de janela, (Fonte: de autor).....	66
Figura 63- a) Degradação das paredes pelo interior, b) Degradação das paredes pelo exterior, (Asseiceira) (Fonte: de autor)	67
Figura 64- Degradação da zona do cunhal devido a proteção insuficiente do beirado (Linhaceira), b) Degradação e destacamento do reboco devido à subida da água por capilaridade (Carril), c) Presença de manchas de humidade por insuficiente proteção do beirado (Carvalho Pequeno), (Fonte: de autor)	68
Figura 65- a) Erosão e degradação dos blocos de adobe por ausência de revestimento, b) Degradação e erosão dos blocos de adobe expostos à água da chuva, c) Degradação dos blocos de adobe devido a ausência de revestimento, (Fonte: de autor)	68
Figura 66- a) Fissuração aleatória e destacamento do revestimento, b) Descolamento e empolamento do revestimento, (Fonte: de autor)	69
Figura 67- Reparação com argamassa de cimento na zona do cunhal e a meio da fachada, b) Reparação com argamassa de cimento, do destacamento de reboco junto ao beirado, (Fonte: de autor).....	69
Figura 68- a) Degradação e colapso de teto interior em madeira (Carvalho Pequeno), b) Colapso do teto e estrutura em madeira (São Pedro), (Fonte: de autor)	70
Figura 69- Colapso do teto em madeira e respetiva estrutura (Casal da Rosa).....	70
Figura 70- a) Degradação e apodrecimento do pavimento em madeira (Charneca de Peralva), b) Degradação e apodrecimento do pavimento em madeira (São Pedro), (Fonte: de autor)	71
Figura 71- a) Erosão e degradação do reboco e suporte na face inferior da parede, b) Degradação da parede junto à porta exterior, c) Destacamento do revestimento e degradação dos blocos de adobe por ação da humidade, (Fonte: de autor).....	72
Figura 72- a) Degradação do revestimento e do pano de blocos de adobe devido a proteção insuficiente do beirado, (Carvalho Pequeno), c) Degradação do revestimento devido a proteção insuficiente do beirado (Charneca de Peralva) (Fonte: de autor)	72
Figura 73- a) Fendas verticais e diagonais na parede de empena, b) Fissura vertical que atravessa os blocos junto ao cunhal, c) Fissuras junto ao vão da janela, (Fonte: de autor) .	73
Figura 74- Separação com acréscimo em tijolo cerâmico maciço, b) Fenda vertical na zona de acréscimo posterior, (Fonte: de autor)	74

Figura 75- Reforço exterior da fundação com viga de fundação em betão armado, a) Pormenor do atravessamento das vigas perpendiculares, b) Pormenor da viga de fundação, (Fonte: de autor)	80
Figura 76- a) Fenda diagonal que atravessa o pano de bloco de adobe, b) Abertura em "U" pelo exterior e interior para reforço com alvenaria de tijolo lambaz, (Fonte: de autor)	82
Figura 77- Pormenor de reforço com recurso a "costura" com alvenaria de tijolo lambaz reforçada com rede de metal, (Fonte: de autor)	82
Figura 78- a) Fenda vertical junto ao cunhal, b) Reparação e reforço com recurso a varões de aço roscados, c) Pormenor de varão de aço roscado com placa de ancoragem, (Fonte: de autor)	83
Figura 79- Solução de reforço do cunhal, com ligação de paredes ortogonais com perfil de aço, (Fonte: de autor)	83
Figura 80- a) Abertura de vala para aplicação de manta geotêxtil e tubo de drenagem, b) Pormenor construtivo da solução de drenagem de águas, c) Pormenor construtivo em corte do sistema de drenagem das águas, (Fonte: de autor)	84
Figura 81- a) Reforço de parede de empena com contra-forte pelo exterior, b) Reforço de parede de empena com contra-forte de betão armado pelo interior, (Fonte: de autor)	85
Figura 82- Tratamento curativo dos elementos de madeira que constituem a cobertura, (Fonte: de autor)	86
Figura 83- Empalme de elemento de madeira nas faces laterais com peças de secção semelhante de madeira tratada, (Fonte: de autor)	86
Figura 84- Empalme de elemento de madeira numa das faces laterais com peça de secção semelhante de madeira tratada, (Fonte: de autor)	87
Figura 85- Reforço do telhado com aplicação do sistema de subtelha em conjunto com telha canudo com revestimento, (Fonte: de autor)	88
Figura 86- Reforço e substituição do material degradado por alvenaria de tijolo lambaz nas zonas de apoio das vigas de cobertura, (Fonte: de autor)	89
Figura 87- a) Pormenor de ligação dos tirantes com braçadeira na zona do freixal, b) Disposição dos tirantes ao nível do teto, c) Pormenor de tirante com placa de ancoragem para ligação nas paredes, (Fonte: de autor)	89
Figura 88- Pormenor de reforço da verga de madeira pelo interior, b) Pormenor construtivo de aplicação dos perfis de aço, c) Perfis de aço enformado a frio, (Fonte: de autor)	90

Figura 89- Reforço de pavimento interior em madeira, com introdução de elemento de betão para apoio das vigas de madeira, (Fonte: de autor)	91
Figura 90- Reabilitação e reforço de pavimento interior com acabamento em lajeta de pedra, (Fonte: de autor)	92
Figura 91- Isolamento térmico pelo exterior com execução de sistema tipo ETIC`s, (Fonte: de autor).....	93
Figura 92- Isolamento térmico do desvão da cobertura com aplicação de placas de isolamento XPS fixas aos elementos de madeira, (Fonte: de autor).....	94

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Classificação do solo através da massa volúmica seca após compactação [5] ..	32
Tabela 2- Vulnerabilidade sísmica com direção das forças do abalo paralela as fachadas com vãos, (Fonte: de autor)	76
Tabela 3- Vulnerabilidade sísmica com direção das forças do abalo perpendicular as fachadas com vãos, (Fonte: de autor)	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRAterre – Centro internacional de arquitetura em terra

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

cm – centímetros

m – metro

m³ - metro cúbico

km² - Quilómetro quadrado

B.T.C – Bloco de terra comprimida

IMI – Imposto Municipal sobre Imóveis

REGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A abordagem de temas relacionados com a construção em terra crua tem despertado um crescente interesse devido a vários aspetos. Trata-se, de uma forma de construção económica e sustentável que utiliza materiais e técnicas simples e acessíveis. O processo de construção apresenta uma boa suficiência energética durante a construção, pois, não precisa de adição de energia, e é eficiente durante a sua utilização.

O impacto ambiental associado a este processo construtivo é baixo, porque, arquitetonicamente as construções se integram bem tanto no meio rural como no urbano e por fazerem uso de materiais naturais com uma baixa ou nula produção de resíduos ou impacto durante a extração e transformação. São ainda construções com um ambiente interior saudável, com boas condições de conforto e salubridade para os utilizadores

Neste período de crise o sector do turismo tem-se revelado promissor para a alavancagem económica do país. Tem crescido o turismo sustentável com mais turistas informados e preocupados sobre as questões ambientais, com especial atenção à sustentabilidade das construções e a sua integração no meio envolvente. Hoje, também o turista procura um turismo de proximidade, um turismo onde se possa conhecer e desfrutar os modos de vida tradicionais das populações locais, pelo que, a atracção turística tem vindo a aumentar de forma significativa nas regiões rurais do país e nos aglomerados urbanos com forte representação de construções tradicionais que, em geral, possuem uma grande incorporação de terra.

Existe assim a possibilidade da terra crua voltar a ser utilizada como material de construção, bem como a necessidade de se melhorar as técnicas de reparação das construções tradicionais.

Na região de Tomar existem várias construções tradicionais em terra, concretamente, em adobe. Estes edifícios foram executados, recorrendo a mão-de-obra económica sendo, muitas vezes, realizada em comunidade, num sistema de autoconstrução, que de forma empírica foi melhorado ao longo de gerações. O melhor conhecimento destas construções pode contribuir para a construção de novos edifícios sustentáveis em terra ou reparar os existentes.

1.2. Objetivos do trabalho

Na região sul de Tomar predominam as construções em bloco de adobe tanto em meio urbano como dispersas pelo território. Sendo a construção por blocos de terra o sistema construtivo sustentável que mais se aproxima da construção corrente, este trabalho tem como principal objetivo conhecer melhor a forma de construção das edificações rurais tentando perceber e descrever os seguintes aspetos:

- as tipologias arquitetónicas existentes e o seu funcionamento;
- o tipo de blocos de adobe empregue (dimensões);
- formas de fabrico dos blocos (escolha das terras, ferramentas, dimensões, composições, tempos de secagem, etc);
- sequência de execução das construções;
- descrições detalhadas do sistema construtivo e respetiva nomenclatura; (fundações, aparelho das paredes, cunhais, vãos, beirados, coberturas, divisórias, chaminés, muros, etc..);

O estudo cuidado destas construções rurais poderá ser útil para aperfeiçoar as técnicas construtivas em blocos de terra, para que sejam mais eficazes e eficientes, quando aplicadas nas construções modernas.

O segundo objetivo deste trabalho consiste em melhorar o conhecimento sobre as patologias que estas construções apresentam, bem como, indicar as técnicas de intervenção mais adequadas para melhor salvaguardar este património.

Globalmente, com este trabalho, procura-se valorizar o vasto património de construção em terra que tem sido negligenciado, pelo facto de se considerar que é menos prestigiante habitar numa construção tradicional em terra.

1.3. Estrutura do trabalho

O trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos. No primeiro, define-se o âmbito do trabalho e os objetivos a atingir. No segundo, apresenta-se os diferentes processos construtivos em terra, bem como as vantagens e limitações da construção em terra. No

terceiro capítulo descreve-se de forma sucinta as diferentes construções tradicionais em adobe existentes em Portugal, com referência às características gerais deste tipo de construção e as razões para se edificar desta forma. No quarto capítulo do trabalho, é descrito o sistema construtivo das construções tradicionais de adobe da região de Tomar. No último capítulo são indicadas as patologias que estas construções podem apresentar bem como as formas mais adequadas de as solucionar.

1.4. Metodologia de trabalho

1.4.1. Limites da área de estudo

Tomar localiza-se no limite norte das planícies do Ribatejo, e a sul dos maciços calcários da zona centro e litoral do país.

A sul da região de Tomar, estão as planícies do rio Tejo que possuem solos profundos onde predominam, em geral, as construções em taipa. A sul da cidade de Tomar existem extensas zonas de floresta com solos menos profundos onde predominam as construções em adobe. Para, este e oeste da cidade predominam as construções em alvenaria de pedra.

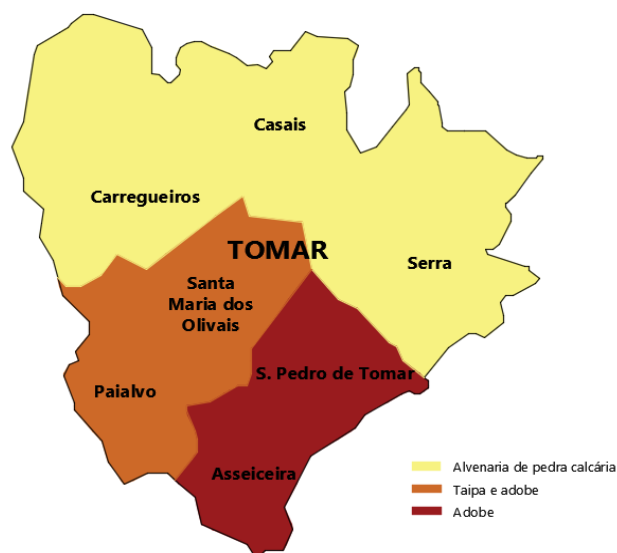


Figura 1- Mapa do concelho de Tomar com a identificação dos sistemas construtivos tradicionais (Fonte: autor)

A zona a estudar será a zona a sul da cidade de Tomar (Figura 1), onde predominam as construções de adobe, correspondente às Freguesias de S. Pedro, Asseiceira e parte de Santa Maria dos Olivais.

1.4.2. Constrangimentos na execução do trabalho

A região a estudar é vasta e o tempo para elaboração deste trabalho de alguma forma escasso, pelo que, se concentraram os esforços no estudo de construções mais próximas da cidade.

O acesso ao interior destas construções não é fácil, trata-se de zonas onde os moradores, em geral têm idade avançada, e apresentam um conjunto de limitações. Existem, no entanto, construções devolutas e em ruína que podem construir uma boa fonte de informação sobre a forma de construção bem como das suas patologias.

2. CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS EM TERRA

A construção em terra é associada em geral à construção vernacular, onde são utilizados materiais e recursos do ambiente envolvente à construção.

Desde sempre, a terra crua tem sido um dos materiais de construção mais utilizados. Estima-se que atualmente cerca de 30% a 50% da população mundial viva em edifícios de terra que vão desde simples casas térreas até aos palácios, incluindo os edifícios com mais de dez andares existentes na cidade de Shibam no Iémen⁰¹. [1]

O grupo *CRATerre*, pioneiro no ensino especializado de nível universitário, hoje, considerado, uma autoridade internacional no que toca à temática da construção em terra, criou em 1986 um diagrama de classificação das diferentes técnicas construtivas, em função do seu tipo de estrutura. Este diagrama está dividido em dezoito técnicas de construção em terra, agrupadas em três grupos, referentes ao tipo de estrutura (Figura 2), que se classificam por [2]:

- A) sistemas monolíticos;
- B) sistemas de alvenaria;
- C) sistemas de enchimento ou revestimento.

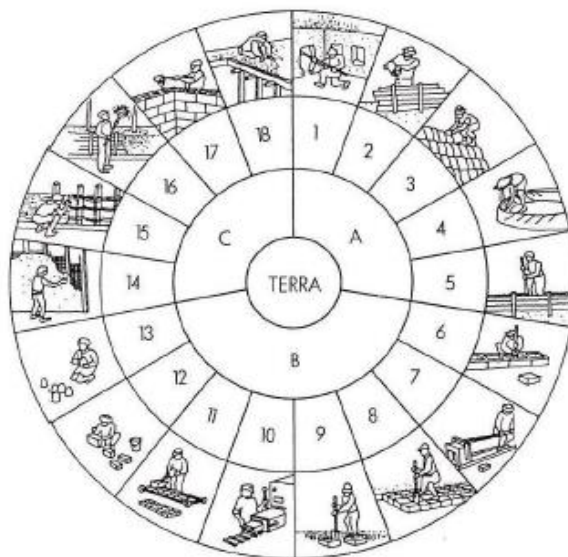


Figura 2- Diagrama de classificação das diferentes técnicas construtivas em terra, em função do tipo de estrutura [2]

⁰¹“ A cidade de Shibam localiza-se no Iémen do sul”, região dos Estados Árabes, “e foi considerada pela UNESCO como Património Mundial da Humanidade, em 1980. (...). A cidade tem os mais altos edifícios do mundo construídos em terra, alguns deles com 30 metros de altura. [3]”

São vários os sistemas construtivos que utilizam a terra como material de construção, porque a forma como esta é trabalhada, aplicada e conjugada com outros materiais pode variar, significativamente, nas diferentes regiões do globo.

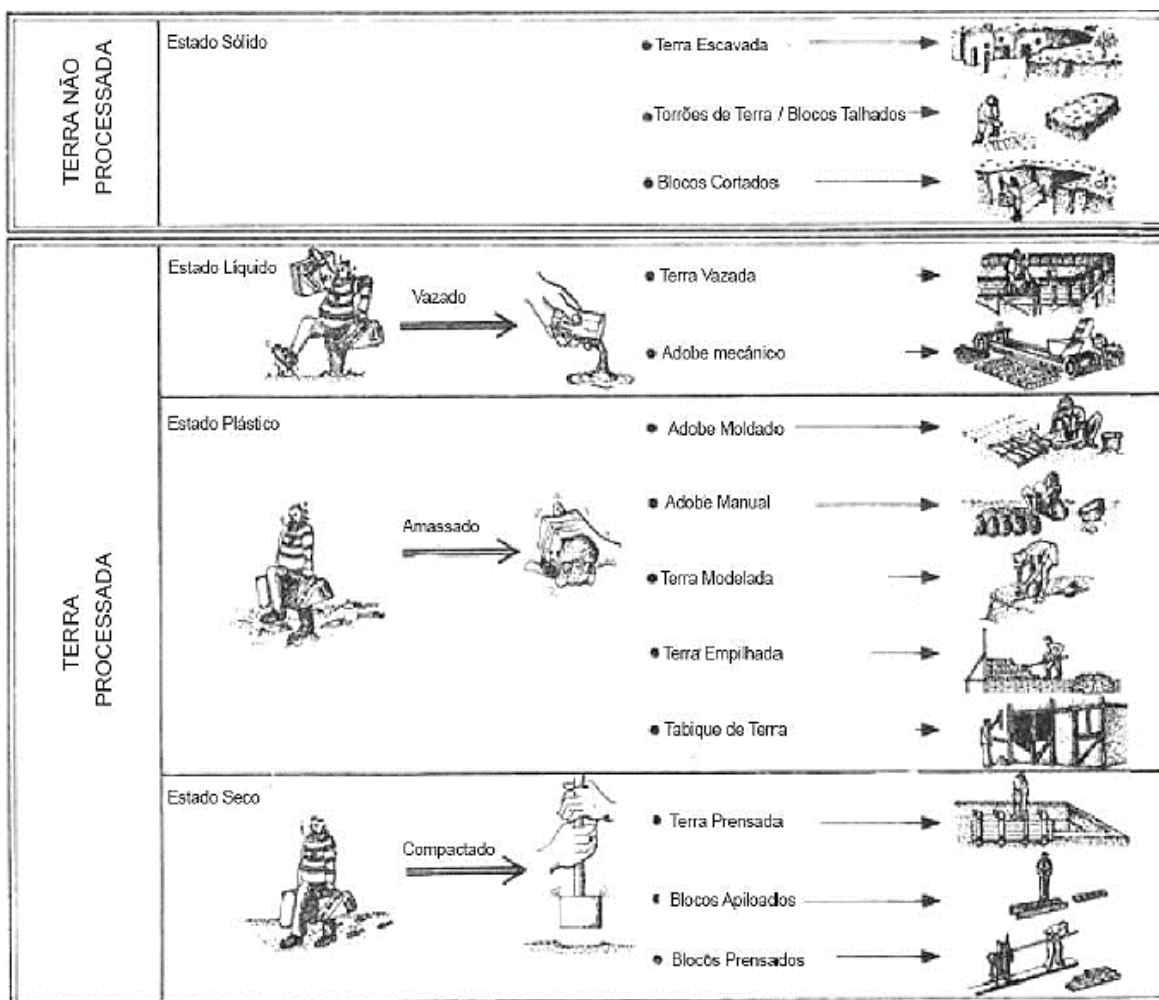


Figura 3- Divisão das técnicas construtivas em terra segundo o estado físico [4]

Várias instituições como a *Labterra* (Itália) e a Escola Superior da *Gallaecia* (ESG) (Vila Nova de Cerveira), entre muitas entidades, mais ou menos internacionais, esforçam-se por organizar seminários, conferências e projetos de investigação, que, tentam reunir e aprofundar os conhecimentos existentes nesta matéria. Os resultados dos seus esforços têm sido publicados, constituindo uma fonte importante de informação [5].

2.1. Formas de construções em terra em Portugal

A terra, enquanto material de construção, revela várias vantagens técnicas, levando a que fosse possível a sua aplicação de diversas formas, gerando, assim, várias técnicas construtivas consoante as exigências e as necessidades de adaptação às características de cada sítio.

Em Portugal, a adoção deste tipo de construção pela tecnologia simples e o baixo custo do material utilizado, foram aspetos fundamentais para que os edifícios antigos em terra crua se disseminassem por várias zonas deste país, com maior incidência no sul e no centro litoral (Figura 4), sendo, as zonas mais a norte e centro interior dominadas pela alvenaria de pedra.

“Em todo o País, observa-se uma grande variedade de técnicas tradicionais de construção, nomeadamente devido aos materiais disponíveis de cada região. Em geral, identificam-se três técnicas de construção em terra em Portugal: a taipa, o adobe e o tabique. Recentemente foi introduzida uma quarta técnica construtiva não tradicional: o B.T.C, bloco de terra comprimida” [3].

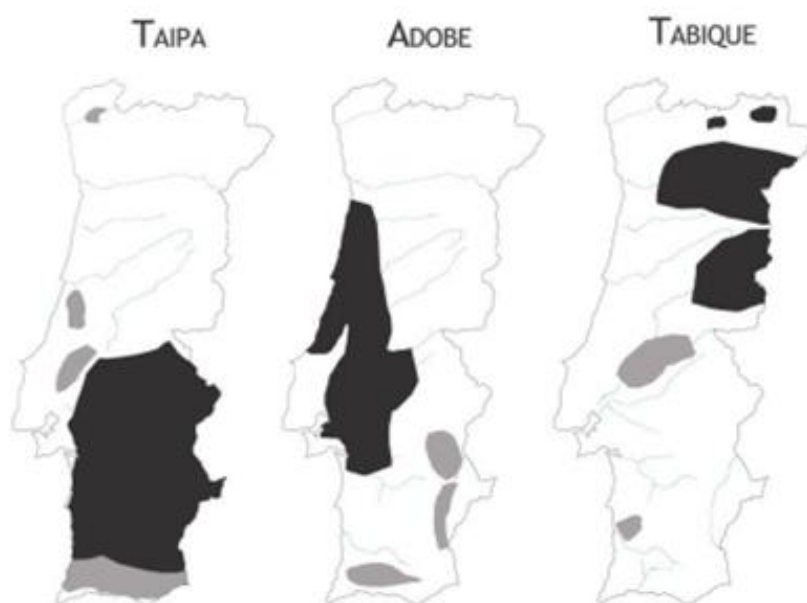


Figura 4- Técnicas tradicionais em todo o país [4]

Por todo o país, existe, um vasto legado de construções em terra, algumas em bom estado de conservação e outras que necessitam de ser reabilitadas. Estas construções

apresentam tipologias muito variadas, encontrando-se desde habitações de pequeno porte em zonas rurais, até edifícios de grande porte, em meios urbanos.

Assim, como se viu anteriormente, em Portugal predominam três técnicas de construção em terra, a taipa, o adobe e o tabique.

Através da **taipa**, é possível obter paredes com boa capacidade resistente e inércia térmica. Esta técnica constitui uma estrutura monolítica, que resulta do apiloamento “*in situ*” de terra por camadas entre taipais de madeira. Diz o ditado que “*a terra deve ser transportada por um coxo e batida por um louco*”, ou seja, por um lado deve ser dado tempo de descanso a terra desde que é removida do local até ser aplicada na construção, e por outro lado, deve ser compactada de forma enérgica ao ser aplicada na construção [6].

O **adobe** resulta de uma alvenaria executada com recurso a blocos de terra enformados e secos ao sol, assentes com uma argamassa com base na mesma terra utilizada para o fabrico dos blocos. As paredes de blocos de adobe, podem ser executadas consoante a espessura pretendida e em função da geometria dos blocos mas particularmente do modo como são dispostos (à meia vez, a uma vez, a uma vez e meia ou a duas vezes) [6]. Outra particularidade deste tipo de construção é a versatilidade do processo construtivo, que permite o seu uso, a uma vez em acrescentos de zonas urbanas, em divisórias ou em muros.

O **tabique** é uma técnica utilizada na maioria das vezes em paredes divisórias não resistentes de terra. Sendo esta aplicada sobre, ou no interior, de um suporte de madeira previamente executado (enxaimel).

De uma forma geral as construções em terra têm sido negligenciadas em Portugal. No litoral devido à pressão do turismo de praia, são muitas vezes demolidas para dar lugar a novas construções. No interior têm sido votadas ao abandono pela desumanização da paisagem com a plantação intensiva de eucaliptos e envelhecimento da população, devido à baixa natalidade e à migração da população ativa para os grandes centros.

Até aos anos 50, em Portugal, a taipa era a técnica construtiva mais utilizada no centro e sul do país (Ribatejo, Alentejo e Algarve). Nas últimas décadas, a taipa e o adobe, foram substituídos pela alvenaria de tijolo furado industrial assente com argamassa de cimento que possui um pior comportamento térmico e higrométrico [7].

Na reabilitação das construções vernaculares, são também muitas vezes adotadas soluções inapropriadas, como mudanças irreversíveis na estrutura ou reparações incompatíveis utilizando, essencialmente, cimento na sua composição.

2.1.1. Construção em taipa

A taipa é uma técnica de construção monolítica que consiste na compactação de um solo de consistência de terra húmida. Designada por “pise” em França e “tapial” em Espanha, esta técnica encontra-se disseminada a nível mundial e muitas dessas construções até já fazem parte do património mundial da UNESCO [4].

As paredes em taipa tradicional apresentam muitas vezes a incorporação de outros materiais como reforço quando a terra não tem as propriedades desejadas para a estabilidade das paredes. Entre estes materiais encontra-se o tijolo cerâmico maciço, pedra, cortiça ou pedaços de telha cerâmica nas juntas e no interior dos blocos monolíticos de taipa.



Figura 5- Construção em taipa com incorporação de seixos e tijolos cerâmicos, Almeirim (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)

Basicamente, a construção em taipa tradicional consiste na compactação do solo durante a construção das paredes, realizada entre taipais. Tradicionalmente, cada taipal é construído com três ou quatro tábuas de madeira sobrepostas na horizontal e ligadas por duas ou três tabuas pregadas verticalmente. Hoje em dia é mais corrente a utilização de madeira melhorada para cofragem ou até utilização de taipais de ferro, devido ao fácil manuseamento e manutenção.

As dimensões dos taipais tradicionais podem variar, estando, compreendidas entre os 45cm e 50 cm de altura e usualmente os comprimentos variam, entre 40 cm e 150 cm, constituindo o seu afastamento a espessura das paredes, a qual varia, por norma, entre os 45 cm e os 70 cm [5].

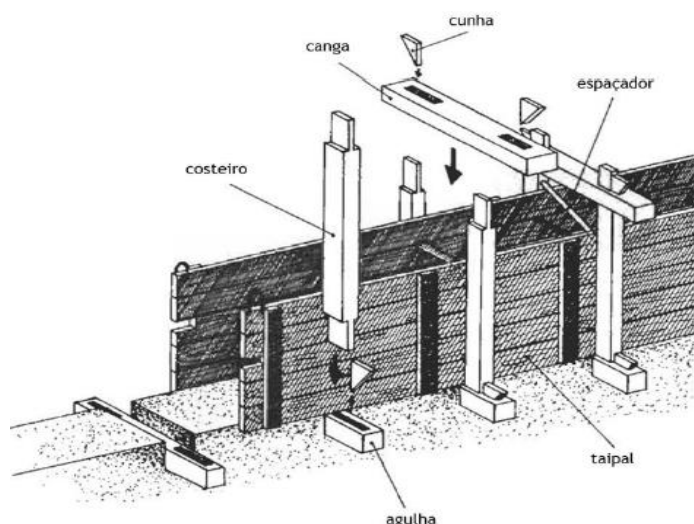


Figura 6- Elementos constituintes de uma cofragem. [4]

O apiloamento é realizado com recurso a ferramentas como o maço ou pilão. Estes são constituídos por um cabo de madeira ou mesmo em metal com cerca de 4 cm de diâmetro e 150 cm a 180 cm de comprimento, o qual é cravado na extremidade de um bloco de madeira, para pisar a terra.

Esta ferramenta pode ter vários tipos de formas, de modo a adequar-se às necessidades de compactação das várias zonas do bloco de terra crua (Figura 7).

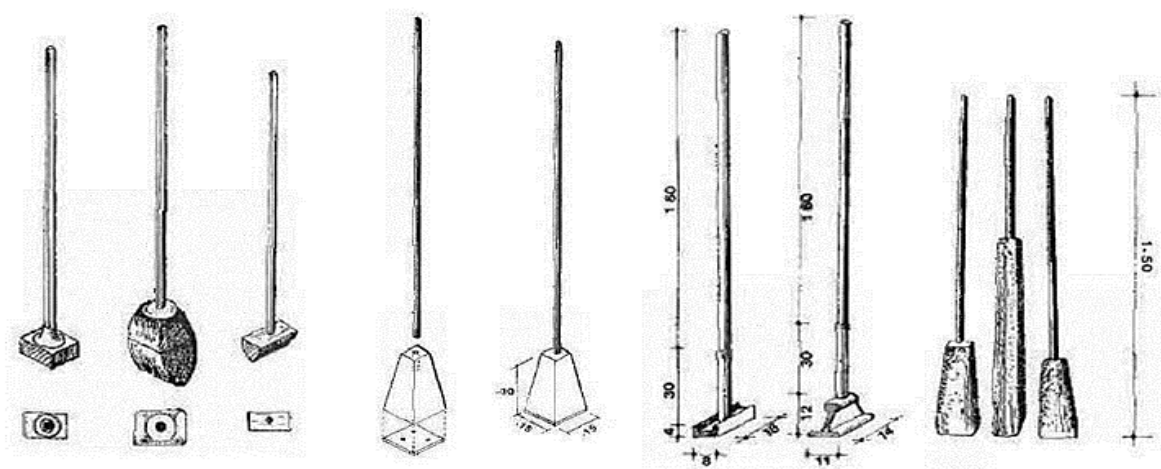


Figura 7- Exemplos de pilões ou maços tradicionais. [4]

A terra é compactada em camadas de aproximadamente 10 cm, repetindo-se o processo até preencher todo o taipal, sendo, este posteriormente removido e reerguido para a fiada seguinte. As juntas verticais dos blocos de taipa são desencontradas podendo ser executadas na vertical ou com inclinação (aproximadamente 45°) de modo a melhorar o travamento [7].

Em alguns casos, de modo a melhorar a ligação entre os blocos, executavam-se cofragens com elementos de madeira fixos pelo interior aos taipais de topo, que formavam encaixes do tipo macho e fêmea como ilustra a Figura 8.

Quanto às juntas horizontais, introduzia-se entre as fiadas uma interposição de tijolos de forcado e pedras para reforçar a ligação entre camadas. Se a terra não tivesse grande coesão, para evitar a sua erosão, também se interpunham mais camadas de tijolos ou pedras.

Hoje a compactação pode ser feita de forma manual ou mecânica (Figura 9).

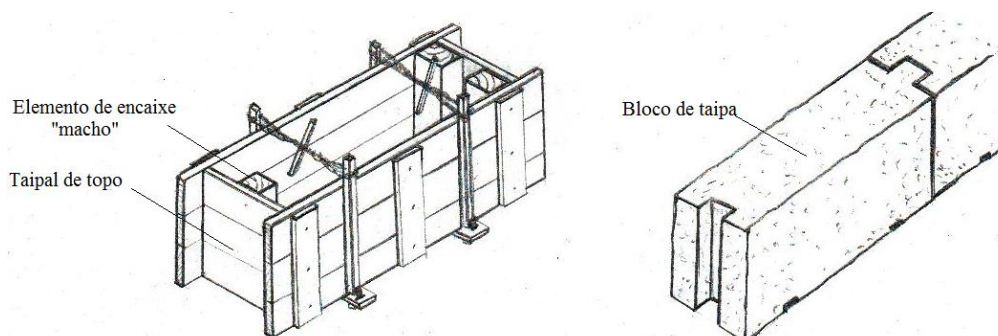


Figura 8-Cofragem em madeira com elementos de encaixe para melhorar a ligação entre blocos, (Fonte: de autor)

Atualmente, existindo a possibilidade de se executar com cofragens metálicas longas, a construção pode possuir apenas juntas horizontais [4].



Figura 9- a) e b) Compactação da terra de forma manual [7], c) Compactação da terra de forma mecanizada [2].

2.1.2. Construção em tabique

Existem vários sistemas de tabique com terra destacando-se a taipa de rodízio, a costaneira e o enxaimel. Estes sistemas de construção podem ser vistos como uma estrutura mista em que se alia a capacidade resistente limitada conferida pela estrutura em madeira, com um enchimento e revestimento em terra que funciona como elemento secundário. Este é um dos aspetos fundamentais que diferencia esta técnica de construção em terra, das outras construções a base de terra.

A taipa de rodízio ou ainda taipa de mão, é uma técnica de construção de paredes que consiste em colocar terra, no seu estado plástico, sobre um suporte engradado de madeira, que até pode ser de cana ou vime (Figura 11) [7].



Figura 10- Revestimento com argamassa tradicional sobre o ripado, [7]

A costaneira consiste numa estrutura de tábuas de madeira, colocadas na vertical, sobre as quais se prega um ripado horizontal, denominado por “fasquiado” (Figura 11a). As fasquias, distanciadas cerca de 3 a 5 cm, encontram-se preenchidas com argamassa de saibro e cal, por vezes reforçada com fibras vegetais como a palha. As paredes de tabique podiam assumir um papel importante no travamento da estrutura do edifício.

Na região de Trás-os-Montes, as costaneiras poderiam também formar as paredes exteriores. Por forma a resolver o problema da permeabilidade da água quando aplicado no exterior, procedia-se, ao revestimento destes elementos com rebocos de argamassas de cal, areia e terra (Figura 11b) a que se adicionavam gorduras e um acabamento com tintas artesanais. A terra garantia alguma inércia térmica e a madeira isolamento, o que constitui

uma boa solução para paredes exteriores em locais com amplas variações de temperaturas anuais, onde a capacidade de isolamento no inverno se sobrepõe à inércia térmica.



Figura 11- a) Estrutura de madeira sobre a qual é pregado o ripado horizontal [18], b) Pormenor construtivo de tabique em parede exterior, Mirandela, (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)

O enxaimel consiste numa estrutura de madeira (gradeamento de madeira) preenchida com argamassa de terra misturada com pedras ou pedaços de tijolo (Figura 13), sendo posteriormente revestido com um reboco, compatível com a argamassa do preenchimento.



Figura 12-Enxaimel como parede interior. Golegã. (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)

2.1.3. Construção em adobe

A construção em adobe é uma técnica de construção tradicional muito antiga. Em Portugal são conhecidos dois tipos de adobe, o adobe de terra (só com terra) utilizado em regiões onde os solos são profundos (argilosos) e o adobe de cal e areia feitos com 4 partes de solo argiloso e areia e 1 parte de cal. Este último tipo de adobe era mais utilizado em zonas estuarinas, como por exemplo nas rias de Aveiro, onde os solos eram arenosos ou em zonas onde as populações mais pobres só tinham acesso a terra arenosa das margens dos rios.

Houve fases em que se construiu muito em adobe por diversas razões mas essencialmente quando havia um maior crescimento da população, o que levava a que os grandes proprietários permitissem as construções nas margens dos caminhos. As pessoas que necessitavam de habitação não tinham terra e quando tinham, precisavam para cultivar alguma coisa. Em muitos casos também não tinham dinheiro para pagar a um mestre de taipa, por isso optavam por ir elas mesmo buscar a terra nas margens do rio, terras que não tinham grande interesse para a agricultura por terem areia devido às cheias, e fabricavam previamente os adobes, que guardavam em quintais de amigos ou familiares [8].

Também era usual, nas famílias pobres, terem acesso à cal, através de um elemento da família emigrado numa cidade do litoral do país onde abundava a venda de cal viva.

Era importante que os blocos fossem fabricados pelos próprios para que a quantidade de cal necessária não fosse aldrabada [8]. Ao contrário da taipa, que podia conter pedras, como por exemplo, seixos, o adobe era constituído apenas por elementos de baixa granulometria.

Hoje, pode-se saber o teor de cal que a terra de um bloco possui. Para verificar se os blocos de adobe têm cal, arranjam-se duas amostras iguais do material e mergulha-se uma em ácido acético (a cal é dissolvida pelo ácido acético) e comparam-se as duas amostras.

Os blocos depois de fabricados eram secos de forma natural protegidos da intempérie, durante um ano para que a cal endurecesse, tornando os blocos mais resistentes. Outras razões que levaram a que os blocos de adobe passassem a ser mais utilizados em relação à taipa, foram as seguintes:

- facilidade em fazer as divisórias interiores (especialmente quando as casas passaram a ter corredor);

- facilidade, em zonas urbanas, o acréscimo de mais um piso;
- facilidade, em zonas rurais, no acréscimo de anexos;
- possibilidade de utilização em arcos de ressalva de vãos;
- a adequação das dimensões permitindo o uso, emprego ou adoção de diversos aparelhos.

O fabrico destes blocos consistia em modelar pequenos blocos à mão ou em molde, normalmente em madeira, sendo desenformados ainda no estado fresco. Após esta fase, o bloco cru ou adobe era seco ao sol. Tal como na taipa, a argila era bastante retrátil, sendo usual reforçar o adobe através da mistura de palha ou outras fibras vegetais. Ao fim da 4ª semana de secagem fazia-se o teste de qualidade dos blocos que consistia em verificar se resistia ao peso de um homem, se não resistisse, adicionava-se mais argila à mistura para aumentar a resistência mecânica após fabrico. [1]

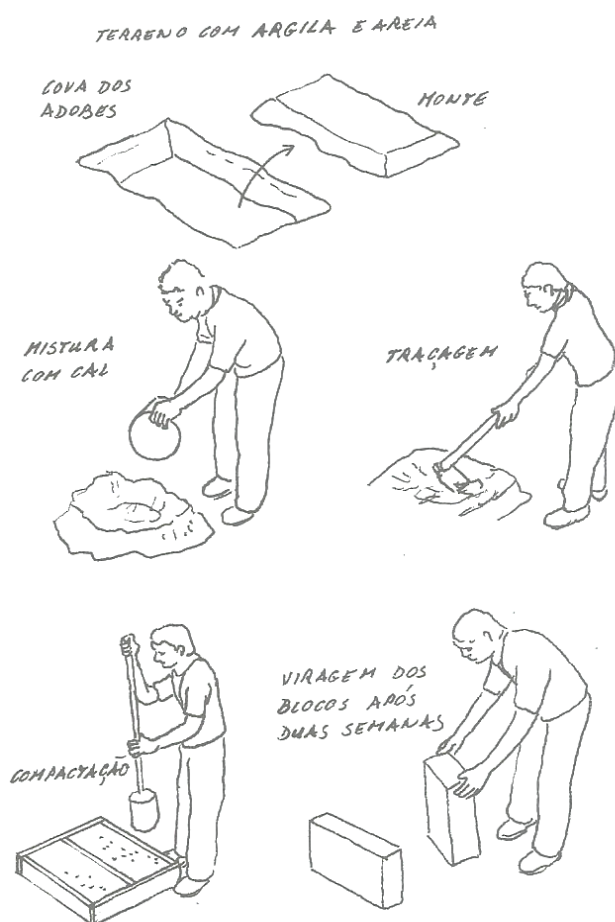


Figura 13- Processo de fabrico dos blocos de adobe. (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)

A parede de adobe podia ser executada com diferentes espessuras, função da geometria dos blocos de adobe mas, particularmente, do modo como eram dispostos, isto é, à meia vez, a uma vez, a uma vez e meia ou a duas vezes [6].

A grande heterogeneidade deste tipo de construção dificulta a caracterização e o estudo da construção em adobe. Pode-se, encontrar paredes resistentes realizadas em adobe extremamente fraco, como por exemplo em terra preta (rica em matéria orgânica) ou em adobe melhorado com inclusão de palha para melhorar as suas propriedades mecânicas. Em alguns casos encontra-se, na mesma parede, diferentes tipos de adobe misturados de uma forma mais ou menos aleatória com outros materiais, como por exemplo pequenas pedras [9].

A forma de construir com blocos de adobe é simples e muito semelhante à aplicação do conhecido tijolo cerâmico convencional para formar uma alvenaria. O processo de assentamento dos adobes, é igualmente realizado com uma argamassa mas à base de terra da mesma origem do material dos blocos. Deste modo, procura-se garantir uma maior aderência e compatibilidade entre os materiais, reduzindo, o aparecimento de fissuras ou, possivelmente, o destacamento do material.



Figura 14- Fases de execução de paredes em adobe, a) Elevação das paredes exteriores de adobe com definição das paredes interiores, b) Elevação das paredes até à cota dos vãos, c) Marcação dos vãos, d) Construção em adobe pronta a receber os elementos da cobertura [10].

2.2. Vantagens da construção em terra

A construção em terra crua tem despertado um crescente interesse devido a vários aspetos entre os quais se destaca:

1) **economia da construção** num ambiente de crise económica

- materiais pouco transformados;
- materiais acessíveis em praticamente todos os locais de obra;
- matéria-prima abundante, normalmente disponível no local (terra retirada das fundações ou outras escavações como fossas sépticas, lagos ou piscinas);
- propriedades facilmente corrigíveis e adaptáveis ao uso, através da adição de areias, palha ou cal, entre outros materiais, todos eles de origem natural;
- uso de tecnologias simples (mão-de-obra, que não necessita de ser qualificada, apenas especializada);
- rapidez de construção.

2) **a sustentabilidade energética das construções**

- pouca incorporação de energia, no fabrico de componentes, no transporte e na execução da construção;
- devido à inércia térmica deste tipo de construções, os consumos energéticos são baixos.

3) **pouco impacto ambiental dos materiais**

- uso de materiais locais;
- uso de materiais ecológicos, tendo origem 100% natural;
- baixa ou nula produção de resíduos;
- boa integração das construções na paisagem;
- construções recicláveis ou biodegradáveis, (os materiais podem ser reusados novamente, não gerando entulho).

4) **boas condições de conforto e salubridade do interior das construções**

- a adoção empírica de detalhes da arquitetura bioclimática;
- não utilização de materiais tóxicos ou com emissões orgânicas voláteis;
- as superfícies em terra absorvem odores e eventuais poluentes do ar interior;
- as superfícies em terra, no inverno, absorvem a humidade em excesso e restituem-na ao ar interior no verão quando o ar é demasiado seco;
- possuem um elevado conforto térmico, acústico devido à espessura das paredes.

A rapidez da construção em terra pode suscitar algumas dúvidas, mas é facilmente explicável pelo facto de numa construção, por exemplo, em taipa, três homens poderem construir por dia 12m lineares de parede com 50cm de altura com bom acabamento. Numa construção corrente o processo é muito mais lento seguindo os seguintes procedimentos:

- construção da armadura dos pilares;
- construção da cofragem dos pilares;
- betonagem dos pilares;
- espera da cura do betão;
- construção da armadura das vigas e lajes;
- construção da cofragem das vigas e lajes;
- betonagem das vigas e lajes;
- espera da cura do betão;
- construção das paredes de alvenaria de tijolo;
- espera e posterior reboco das paredes.

2.3. Limitações das construções em terra

As construções, em terra crua, apresentam algumas limitações, tais como a baixa resistência mecânica, que impossibilita a construção em altura por razões que se prendem com a vulnerabilidade aos sismos, sendo, no entanto, segura para construções de um piso. A outra limitação prende-se com a sensibilidade à água, sendo desaconselhável em locais de cheias. As limitações devem ser, devidamente, analisadas e avaliadas face às condições específicas de cada local, podendo ser ultrapassadas ou minimizadas, com o recurso a disposições construtivas que aumentem a resistência destas construções.

A não existência de legislação específica para este tipo de construção, constitui outro fator negativo, trata-se de uma matéria-prima que não pode ser normalizada, porque depende das características do material que se encontra no local. Este facto não impede o licenciamento, mas pode dificultar a obtenção de financiamento.

A matéria-prima a utilizar na construção em terra é pouco homogénea, e a sua composição depende das características geológicas e climáticas de cada região. Esta

realidade, torna imprescindível a realização de ensaios ao solo para, se necessário, proceder-se à adição de aditivos [2].

Outro problema associado ao material utilizado é a retração da argila a que este sistema está sujeito, o que pode provocar deformações significativas durante o processo de secagem, gerando fissuras ou tensões.

3. CONSTRUÇÕES EM ADOBE

Em Portugal, a construção em adobe ainda está presente tanto em áreas urbanas como rurais especialmente na região centro do país. Com uma menor incidência, encontra-se presente mais ao sul, na região do Alentejo e Algarve e no Norte. Observa-se também a existência de construção em adobe na região Central de Espanha e em várias outras regiões dos países europeus [2] (Figura 15).

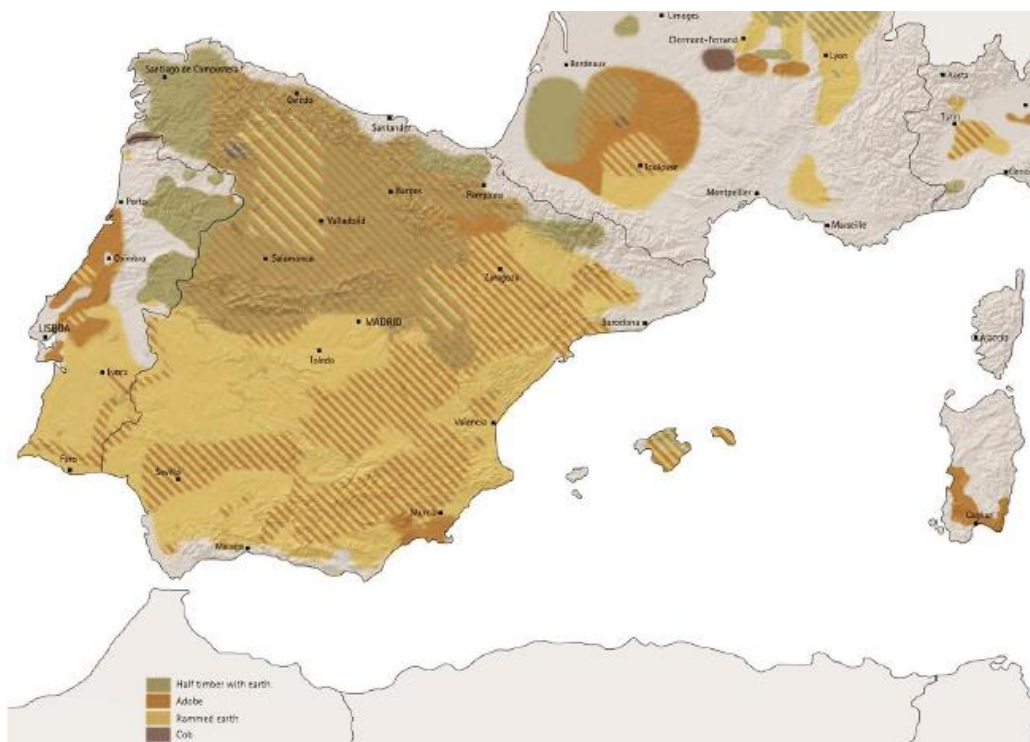


Figura 15-Sistemas construtivos em terra na Europa [11].

3.1. Tipos de construções de adobe em Portugal

Em Portugal, e outros países da Europa, onde se podem observar um vasto património de construção em adobe, constata-se que esta técnica não foi utilizada apenas em construções pequenas e modestas, como casas rurais, abrigos para animais, muros de propriedades etc. São conhecidos exemplos, em construções de edifícios e casas senhoriais, que nos dias de hoje têm um grande valor a nível histórico e cultural [11].

A região de Aveiro é apenas uma de muitas cidades do centro e litoral, onde a técnica tradicional de construção em adobe tem uma forte presença [12].

Na região de Aveiro, estima-se que cerca de 20-25% da construção existente na cidade é de adobe, enquanto em relação à região a percentagem, sobe para os 35-40% [9].

Apesar de, genericamente, o método de construção ser semelhante em todas as zonas, as características dos blocos de adobe, o tipo de disposição e a aplicação variam, com as condições e o solo, que se encontra no local.

Em Aveiro os blocos de adobe distinguem-se pelo seu tamanho e cor clara, devido à sua constituição ser essencialmente de solos arenosos, como ilustra a Figura 16. Quanto às dimensões, os blocos variam consoante a aplicação, onde se incluem o bloco de adobe normal, bloco de adobe miúdo, o bloco de adobe 3/4 e o bloco curvo para poços e muros [13].

Mais para o centro e litoral, zona Ribatejana, as características dos blocos de adobe, e a sua aplicação distinguem-se, pelo tipo de material usado na execução dos blocos, pela sua dimensão mais reduzida e pela sua disposição na colocação (Figura 17).



Figura 16-Blocos de adobe, cidade de Aveiro.
(Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)



Figura 17-Blocos de adobe, cidade de Tomar.
(Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)

A sul, na zona do Alentejo e Algarve, o emprego do adobe, como material de alvenarias, tem pouco significado, sendo, possível encontra-lo, essencialmente em terrenos arenosos, onde porventura o acesso a outros materiais é mais difícil. O tipo de construção tradicional predominante, nesta zona, é a taipa, que se encontra desde o litoral algarvio até ao vale do Sado. A abundância de terrenos argilosos e a economia de meios, são fatores que influenciaram, de certa forma, a frequência com que era utilizada.

3.2. Razões para a construção em adobe em relação a outros sistemas de construção em terra

A construção em adobe apresenta algumas vantagens construtivas em relação a outros sistemas de construção em terra como a taipa ou ao tabique pelas seguintes razões:

- a forma de construção deste sistema, por se assemelhar à forma atual de construção da alvenaria de tijolo não exige uma técnica especializada;
- dadas as suas dimensões, permite construir de forma rápida e versátil;
- os blocos podem ser previamente preparados em outro local por pessoas com menos experiência, ou onde a matéria-prima seja mais disponível;
- a variedade de aparelhos permite construir, paredes interiores e exteriores, para além, da construção de arcos, abóbadas e cúpulas (Figura 18 e 19), construções estas que dificilmente seriam possíveis de executar com recurso a outros sistemas de construção em terra.

O adobe foi também muito utilizado até mais tarde por ser uma alternativa económica ao fabrico de tijolos cozidos, permitindo um fabrico de baixo custo e um número variável de dimensões dos blocos.

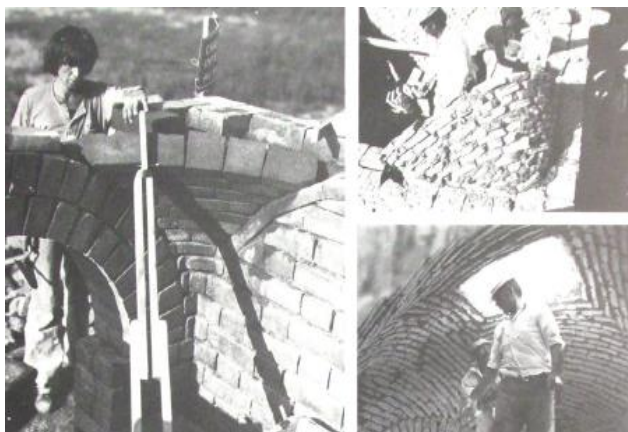


Figura 18-Construção de cúpula com blocos de adobe sem cofragem [4]



Figura 19-Distribuição das cargas sobre lintéis com arcos de tijolo de burro e adobe [4]

3.3. Características gerais das construções em adobe

A seleção correta da matéria-prima é o fator fundamental para garantir o sucesso na aplicação da terra para a construção, independentemente da técnica a utilizar. A escolha da terra prende-se, essencialmente, com dois fatores: o seu comportamento face à água e a sua resistência mecânica.

O adobe é um bloco de forma regular de argamassa de terra ordinária, amassada com areia e fibras (palha), moldado em forma de bloco e seco ao sol de forma natural. As alvenarias de adobe eram construídas seguindo as mesmas regras que o tijolo maciço. A moldagem dos blocos era feita por um operário com um adobeiro, um molde feito em madeira, com duas pegas laterais, forrado interiormente com uma chapa de latão ou zinco para desenformar melhor o adobe. O adobeiro era assente sobre o chão, numa superfície previamente nivelada, no sítio onde o bloco ficaria a secar. Seguidamente, o interior do “adobeiro” era cheio com a argamassa preparada. Para esta operação utilizava-se uma enxada ou uma colher de pedreiro, enquanto, que para compactar, se usava um instrumento em madeira, denominado “socador” ou “sóca” [14] (Figura 20).

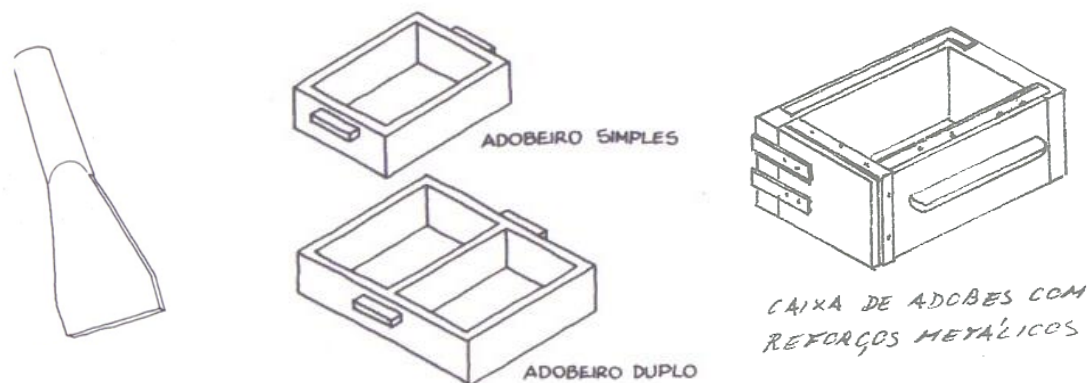


Figura 20-Instrumento em madeira denominado “socador” ou “sóca” [14], adobeiro em madeira [18]

As dimensões correntes dos adobes, variam consoante os tipos de construções, sendo que para edifícios de habitação, os blocos têm geralmente, $0.45 \times 0.30 \times 0.15 \text{ m}^3$ de dimensão. Os blocos utilizados na construção de muros e poços, têm, as dimensões $0.45 \times 0.20 \times 0.15 \text{ m}^3$ [10].

Neste tipo de construção as paredes exteriores têm aproximadamente, 45cm de espessura, podendo-se formar paredes mais espessas.

Nas padieiras era usada a pedra, em geral no exterior, e a madeira, em geral pelo lado interior. Esta teria de possuir uma determinada resistência mecânica e resistência ao apodrecimento, daí a utilização de madeiras como da oliveira, do freixo e do lamegueiro.

Para aliviar as padieiras, em paredes de adobes, fazia-se um archete de adobes colocados em cutelo (Figura 21 e 22a) ou colocavam-se dois adobes inclinados um para o outro, de modo a formarem com a horizontal, um triângulo (Figura 22b) [14].



Figura 21- Archete com blocos adobe de menor dimensão, freguesia de Avelãs de Caminho (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)

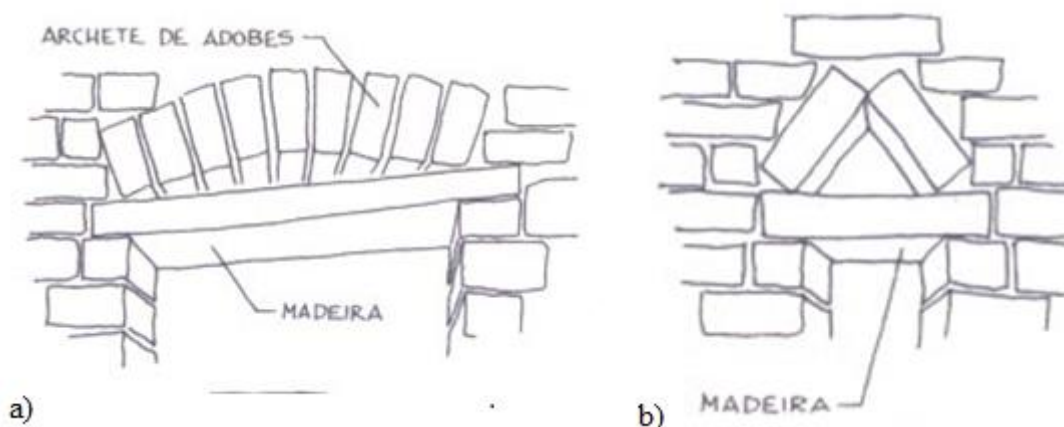


Figura 22- Archete de adobe para aliviar as padieiras, a) Blocos de adobe dispostos em cutelo, b) Blocos de adobe dispostos em triângulo, [14]

4. CONSTRUÇÕES EM ADOBE NA REGIÃO DE TOMAR

Neste capítulo é descrito o sistema construtivo da construção de adobe da região imediatamente a sul da cidade de Tomar.

A área de estudo situa-se no distrito de Santarém (Figura 23), possuindo 350,5 km² e cerca de 40 677 habitantes [15]. As construções de adobe existentes nesta região foram construídas já há alguns anos, encontrando-se muitas delas ao abandono.

O acesso à informação sobre as construções em adobe, nesta região, é escassa, sendo difícil encontrar registos e documentação que caracterize os edifícios. Desta forma, as visitas “in situ” foram cruciais para completar e perceber os vários tipos de sistemas de construção em adobe presentes na região de Tomar.



Figura 23- Distrito de Santarém, com a localização do concelho de Tomar [16]

Este capítulo inclui subcapítulos com a informação dos detalhes dos componentes das construções em adobe – fundações, aparelho dos panos de paredes, cunhais, vãos (vergas e panos de peito), beirados, coberturas, divisórias, chaminés, muros e a forma de fabrico dos blocos, nomeadamente, a escolha das terras, ferramentas, dimensões, composições, tempos de secagem, etc. de forma a melhorar o conhecimento do sistema de construção em adobe.

4.1. Tipologia das construções

Durante o período de 1940-1955, os edifícios passaram por um processo de licenciamento, que tinha como objetivo, construir de forma controlada e, de algum modo, garantir a segurança estrutural das construções. No entanto, esta medida não foi eficaz. Manteve-se a construção espontânea e sem qualquer controlo por parte das autoridades.

As tipologias tradicionais construídas mostram uma grande simplicidade e redução dos compartimentos, garantindo, estritamente, as necessidades de funcionalidade. Estas características são evidenciadas nas declarações dos engenheiros responsáveis pelo relatório "Pesquisa sobre a habitação rural Portuguesa", quando se referem aos edifícios rurais [11].

Existem poucas tipologias, sendo estas distintas entre si pela disposição em planta, a partir de um retângulo, desta forma, os modelos encontrados demonstram que naquela época, as casas eram consideradas uma "ferramenta de habitar" sem extravagâncias, apenas o mínimo para comer, dormir e a associação normal do espaço da cozinha com a lareira [11].

Na região de Tomar, as construções em adobe estão mais presentes em zonas rurais, embora seja possível observar alguns exemplos na zona urbana. Não se diferenciam muito em relação à tipologia e ao número de pisos, sendo constituídas apenas por um piso (rés-do-chão) na maioria dos casos. A tipologia dos edifícios com dimensões comuns, em geral de aproximadamente 10 m por 7,5 m eram mais utilizadas por famílias pequenas com poucos filhos.

É importante referir que a forma mais económica de se construir é o retângulo com duas águas, pelas seguintes razões:

- 1) em vez de se utilizarem asnas, bastava uma grande trave ao meio onde assentava o vigamento do telhado;
- 2) quando era necessário fazer um acrescento, prolongava-se o telhado;
- 3) havia facilidade na construção de divisórias interiores, com adobe, à medida que estas fossem necessárias.

Na maioria dos casos, a cozinha era usualmente construída nas traseiras das habitações por questões de segurança contra o fogo e por ser nas traseiras das habitações que as pessoas, do meio rural, mantinham as suas atividades domésticas, como a criação de animais e a horta.



Figura 24-Exemplos de habitações na região de Tomar: a) Habitação localizada na Rua de Coimbra, meio urbano, b) Habitação localizada na localidade do Coito, meio rural (Fonte: de autor)

Nos meios urbanos, nomeadamente dentro das cidades, a disposição destas construções é mais limitada, devido ao facto de as áreas de construção serem mais reduzidas.

Era imperioso organizar os espaços de modo a tirar melhor aproveitamento dos mesmos. Sendo assim, a organização, era feita com a entrada da habitação diretamente pela sala de estar, onde havia acessos diretos aos quartos e à cozinha que se situava nas traseiras da habitação (Figura 25a).

No meio rural, a sequência dos espaços é semelhante, embora exista uma maior liberdade de construção, pois as áreas para tal são maiores. A organização dos espaços, mantem a entrada principal com acesso à sala de estar, onde é feito o acesso às restantes divisões, tais como aos quartos, a cozinha, dispensa ou zona de arrumos agrícolas, que podem estar ou não ligados à cozinha (Figura 25b). No meio rural no dia-a-dia raramente a entrada era feita pela porta principal ao contrário do que acontecia no meio urbano.

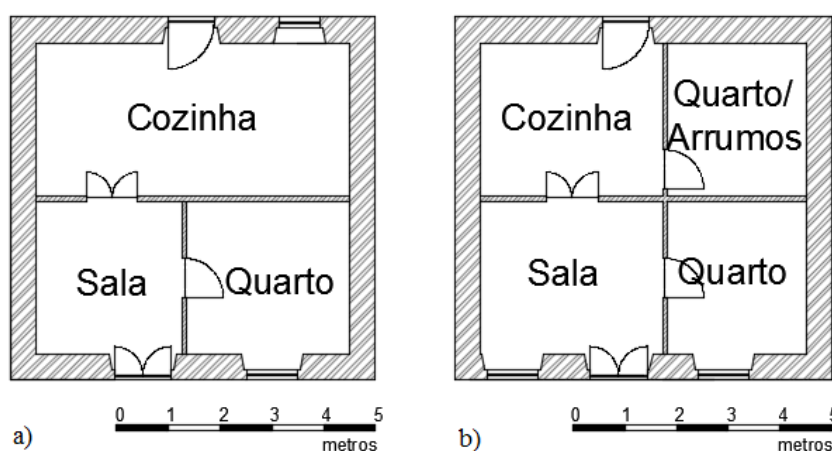


Figura 25- a) Modelo retangular tipo, de habitação situada no meio urbano, b) Modelo retangular tipo, de habitação situada no meio rural (Fonte: de autor)

Os modelos rurais seguintes apresentam características semelhantes quanto ao número de divisões e dimensão em planta. Com uma composição retangular e com dimensões de aproximadamente 10 m por 8 m, com cinco divisões uteis e com apenas um piso.

Estes modelos tendem a ter uma fachada simétrica quanto à localização dos vãos, em geral, são constituídas por duas janelas com cerca de 1 m de largura e uma porta de entrada com 1,10 m de largura. A disposição das divisões é muito semelhante à do modelo apresentado anteriormente, com a entrada principal pela sala de estar que, por sua vez, permite o acesso aos quartos e à cozinha, que, se situa nas traseiras das construções (Figura 26).

A diferença destes modelos em relação ao anterior, reside no facto de em alguns casos a zona da cozinha dar acesso a uma outra divisão que podia funcionar como um quarto extra ou apenas como dispensa ou arrumos. Em alguns casos, tendo em conta que estas construções se situam em zonas rurais de exploração agrícola, é comum a existência de uma adega que é anexa às habitações com acesso pelo exterior. Estas soluções de construção, eram utilizadas por famílias maiores e com maior capacidade económica.

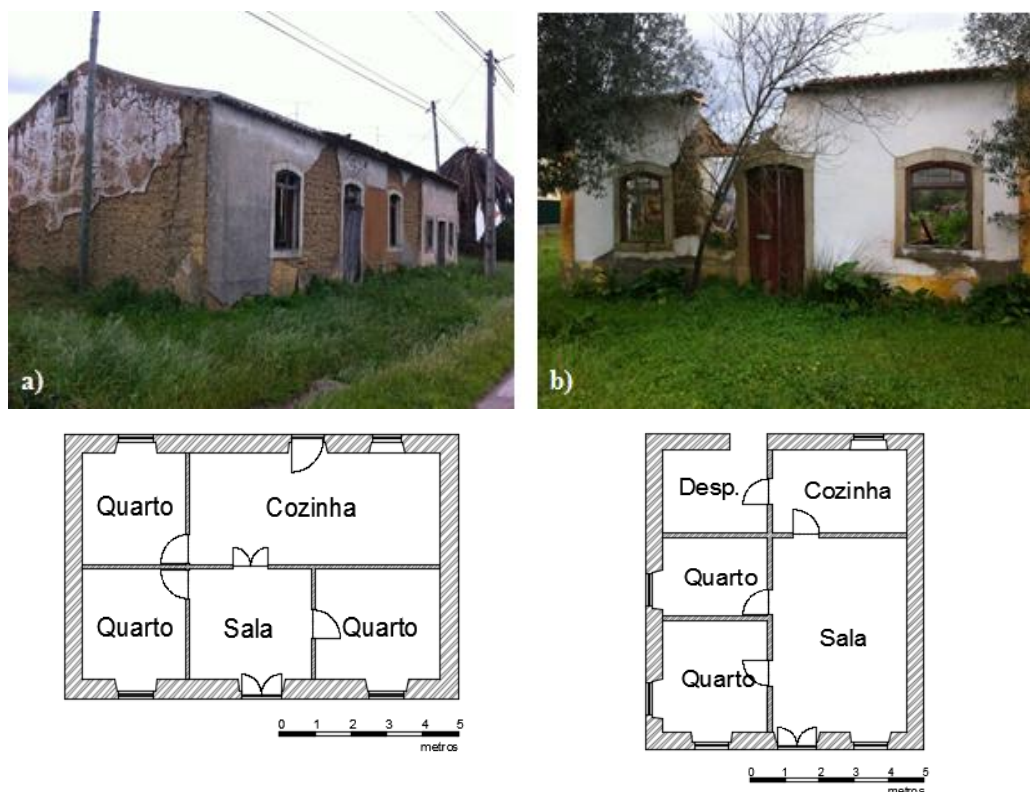


Figura 26-Tipologias tradicionais de construções em adobe e as suas variações em planta. a) Habitação em Carvalhos de Figueiredo, b) Habitação em Marianaia, Tomar (Fonte: autor)

A função dos espaços seria versátil, dependendo das necessidades dos ocupantes, o número de ocupantes e o estilo de vida daquela época. A zona da cozinha destinava-se a ser um espaço de convívio e era o espaço mais frequentado no dia-a-dia, daí o facto de esta apresentar geralmente maiores dimensões. A sala transformava-se facilmente num quarto caso fosse necessário, normalmente quando a família aumentava [11].

O espaço da sala, era limitado em tamanho e situava-se geralmente numa zona de passagem e receção, usada no dia-a-dia apenas para acesso às restantes divisões.

A sala era apenas utilizada em ocasiões especiais, como Páscoa, para receber o padre ou para receber a visita de parentes durante as festas da cidade, as festas familiares como batizados e casamentos ou para velórios.

Assim, os modelos apresentados apresentam um aspeto funcional e simples, isto pelo facto destas soluções se destinarem essencialmente a uma população ativa, cujas horas de trabalho eram longas e havia pouco tempo para momentos de lazer.

Desta forma, estes modelos têm uma organização interna de espaços, com base, numa sequência de atravessamento a partir de um espaço, para o outro, normalmente sem um “hall” ou corredor de distribuição. Este tipo de comunicação entre os espaços sem corredores revela uma desvalorização de valores individuais de privacidade [11].

A zona da cozinha era concebida na maioria dos casos para ter uma área maior relativamente às restantes divisões e sempre localizada na fachada posterior das habitações. Esta disposição garantia que a área de maior risco de incêndio (cozinha) estivesse o mais distante possível da área de estar com tetos de forro de madeira. Permitia também que aqueles que trabalhavam no campo pudessem ter acesso direto do exterior para a zona de refeições sem ter de passar pelo resto da casa. Em alguns casos, de áreas urbanas, esta tipologia nem sempre seguia esta regra, por vezes, a cozinha estava no meio da construção, talvez devido ao acréscimo de novas divisões.

Uns anos mais tarde, surgiram medidas legislativas nas áreas de saúde pública. As novas regras sanitárias, de saúde pública e também a evolução de mentalidades quanto a questões de privacidade e higiene levaram à inclusão de instalações sanitárias nas habitações (Figura 27), já que quando existiam estavam, inicialmente, situadas no exterior [11].

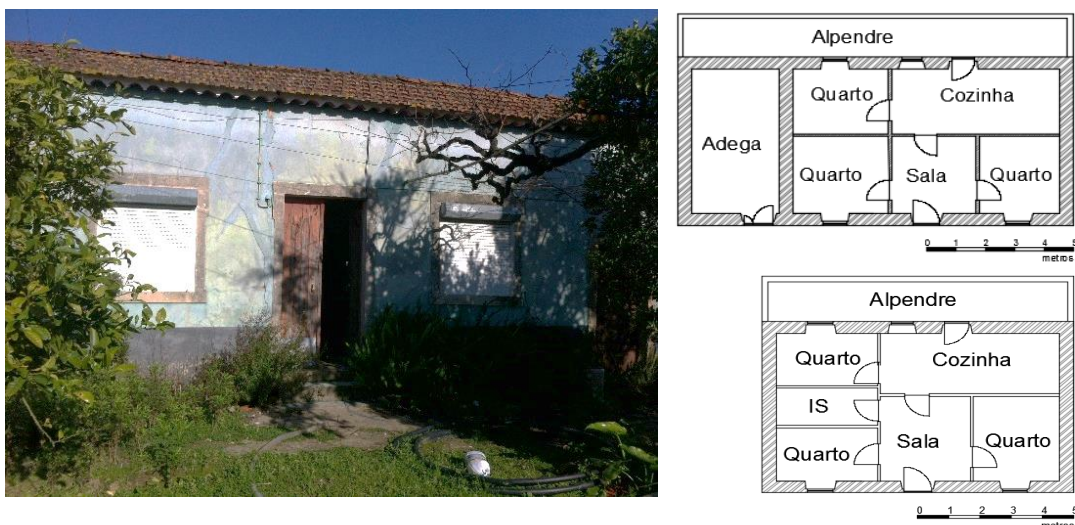


Figura 27- Exemplo de habitação tradicional com inclusão de instalações sanitárias em São Pedro (Fonte: de autor)

É de notar que com o passar do tempo as construções sofreram acrescentos. O modelo em estudo com menor dimensão é composto por 4 divisões e por uma composição em L (Figura 28). A sua disposição em planta original teria sido retangular, pois é possível notar que a área da cozinha foi construída mais tarde.

Situada numa zona rural, a entrada principal é feita pela sala de estar, que por sua vez dá acesso direto às restantes divisões da habitação, nomeadamente, os quartos, que se situam ao lado da sala e a cozinha com uma porta para o exterior. O acesso ao celeiro/arrumos agrícolas é feito pelo exterior.

O celeiro/arrumos provavelmente foi construído mais tarde.



Figura 28- Exemplo de um modelo rural em Carvalhos de Figueiredo (Fonte: autor)

4.2. Forma de fabrico dos adobes (escolha das terras, ferramentas, dimensões, composições, tempos de secagem)

A forma de fabrico dos blocos de adobe variava consoante as regiões, podendo encontrar-se vários tipos de adobe e com várias aplicações. A escolha do material, as dimensões e os tempos certos de secagem eram aspetos fundamentais para obter blocos de adobe com qualidade. Por vezes, quando a terra não era a indicada, por falta de “finos” (argilas) utilizava-se a cal como ligante na composição para solidarizar os blocos e garantir que estes atingissem a resistência necessária.

No país, embora sejam poucos, ainda existem alguns “mestres” na técnica de construção em adobe, bem como pessoas interessadas por aprender e aplicar esta técnica nos dias de hoje.

A região sul de Tomar apresentava boas condições para o fabrico de blocos de adobe tendo em conta a qualidade dos solos, ricos em argila e areia que apresentavam boas características para a execução de blocos de adobe resistentes e de qualidade.

4.2.1 Escolha do solo

A construção em terra só se tornava económica se existisse na zona um solo que apresentasse características razoáveis para construção. No entanto este problema podia ser ultrapassado com recurso à estabilização do solo que não apresentasse boas características (por exemplo demasiado argiloso), mas que depois de algumas adições que o tornavam adequado para o fabrico de blocos de adobe.

O ideal era que o fabrico dos blocos e a construção fosse executada no mesmo local, aproveitando a terra que se retirava das fundações. Em alguns casos, o fabrico e armazenamento dos blocos era feito em outro local próximo da construção, como por exemplo em casa de vizinhos.

Para escolher o solo ideal, existiam uma série de ensaios específicos e testes que permitiam identificar e classificar o tipo de solo bem como determinar a sua adequabilidade para construir em terra. Os ensaios realizados pelos antigos revelam-se métodos mais expeditos e com resultados rápidos que, embora sejam menos rigorosos, eram importantes para a escolha do solo.

Dos quais as pessoas mais experientes na construção aferiam, se o solo era adequado. As observações podiam ser:

- observação da cor;
- teste do cheiro;
- teste ao tato;
- teste do brilho;
- teste da aderência;
- teste da lavagem;
- teste de resistência à secagem;
- teste do rolinho;
- teste da cinta.

Algumas instituições, nos dias de hoje, realizam ensaios e estudos que permitem classificar os solos, através de ensaios convencionais de laboratório. Temos o exemplo do grupo *CRAterre* que conseguiu classificar os solos (Tabela 1) tendo em conta a massa volúmica seca após ensaio de compactação “Proctor” [7].

Tabela 1- Classificação do solo através da massa volúmica seca após compactação [7]

Massa volúmica seca (kg/m ³)	Classificação
1650-1760	Medíocre
1760-2100	Muito satisfatório
2100-2200	Excelente
2200-2400	Excepcional

Hoje existem muitos meios de análise e de teste para a escolha do tipo de solo a utilizar nas construções em adobe contribuindo assim para melhor caracterizar este material e melhorar a sua aplicação.

Torna-se necessário salientar, como foi dito, que antigamente não havia possibilidade de efetuar estes tipos de testes. Os mestres adobeiros baseados na sua experiência empírica

efetuavam menos testes e até mais rústicos, como por exemplo pelo simples tato e cheiro do solo, determinavam se este era considerado apto para a construção [8].

Existem dois tipos de solos usados nos adobes, uns com mais areia e outros constituídos por mais argila. Estes eram mais indicados para execução de blocos mais resistentes que tirando partido da sua constituição poderiam assumir várias formas e desempenhar várias funções [17].

Os solos mais arenosos tinham a necessidade de se adicionar cal para melhorar a sua consistência e ligação de modo a que estes não se degradassem facilmente [17].

4.2.2 Ferramentas

As ferramentas utilizadas no fabrico dos blocos de adobe podiam variar consoante a função e tamanho dos blocos. Atualmente, é difícil encontrar este tipo de ferramenta pois não existem muitos exemplares utilizados no fabrico de adobes, no entanto, alguns museus e também particulares mantêm o interesse de preservar este tipo de utensílios.

No processo de fabrico dos blocos de adobe, existiam ferramentas para escavar, compactar, moldar, cofrar, entre outras funções consoante a tarefa pretendida.

A terra era escavada manualmente com uma enxada, depois procedia-se ao peneiramento da terra, de modo, eliminar paus ou pedras, e assim, facilitar a posterior homogeneização e mistura dos materiais, de modo a garantir a qualidade dos adobes. A mistura e amassadura também era executada manualmente com uma enxada. A argamassa era cuidadosamente traçada de modo a obter uma mistura consistente e trabalhável para se proceder ao enchimento dos moldes.

À medida, que se enchiam os moldes, os blocos eram compactados manualmente através de um maço tipo “pilão”, repetindo a sequência até preencher o molde. O excesso para além do molde era removido com uma simples colher de pedreiro [18].

As ferramentas utilizadas na produção de adobes, eram ferramentas simples mas duráveis e que serviam para executar várias funções.



Figura 29- Ferramentas utilizadas no fabrico de blocos de adobe [18]

4.2.3 Dimensões

Os blocos de adobe podem variar em termos de dimensão, de região para região, contudo, também podem variar, quanto à aplicação a que se destinam (paredes exteriores ou interiores, construções de um ou dois pisos, poços, arcos, platibandas, etc.).

Era usual o fabrico de blocos de adobe de secção retangular com um comprimento, igual ou superior, ao dobro da altura, como foi possível registar. Na informação obtida através de visitas a algumas construções de adobe da região de Tomar, verificou-se que as dimensões dos blocos mais representadas são, os blocos de $15 \times 20 \times 46\text{cm}$ e de $13 \times 23 \times 46\text{cm}$ utilizados essencialmente em habitações. Existe o meio bloco de adobe para a amarração das paredes nos cunhais e também o bloco curvo destinado à execução de poços. Estes moldes tradicionais denominados por “adobeiros” são constituídos por elementos de madeira e metal que podem ser executados com a dimensão pretendida.

É importante salientar que os blocos de adobe tradicionais apresentam uma secção “hexagonal” e não retangular, isto, de modo a facilitar a introdução de pedras de pequena dimensão, nas juntas de assentamento (Figura 30).

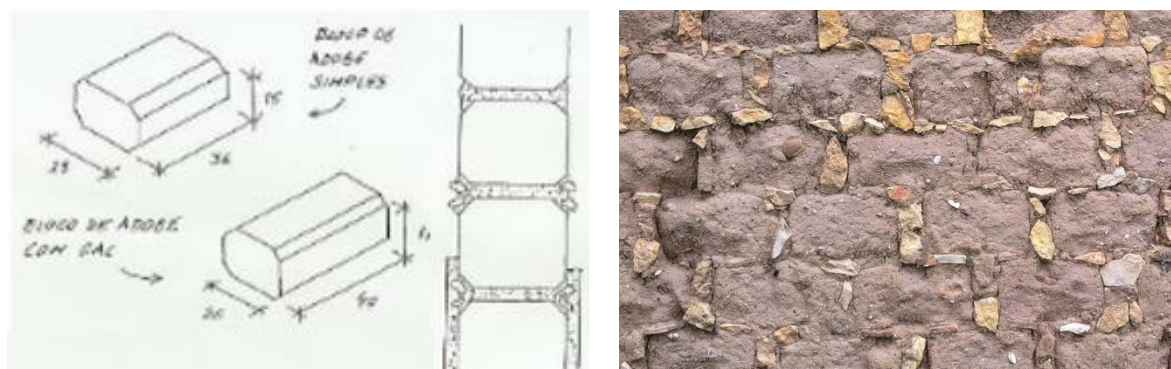


Figura 30- Blocos de adobe retangulares com as arestas retangulares para fixação de pequenas pedras (Fonte: Arqº Jorge Mascarenhas e de autor)

Todas estas características relacionadas com a dimensão dos blocos podem variar também, consoante o “mestre” que os produz, bem como com o tempo. Por estas razões, no território português é possível registar a presença de várias construções em adobe com características diferentes, como por exemplo, na disposição do aparelho e na forma do bloco [8].

4.2.4 Composição

Na composição dos blocos de adobe, o ideal era a utilização de terra barrenta, constituída por bastante argila. No entanto, é importante não esquecer que a argila ao secar tende a retrair e fender criando um impasse que pode ser ultrapassado com a introdução de palhas (ou bunho esmiuçado) ou areia na composição dos blocos.

Também é muito usual a utilização da cal na composição dos adobes para melhorar a sua qualidade.

1 parte de cal + 4 partes de areia_(terra arenosa) [8]

Embora não seja muito usual, mas hoje em dia também se pode adicionar cimento à mistura, ao traço:

1 parte de cimento + 2 partes de cal + 9 partes de areia (10 a 15% de areia e 85 a 90% de saibro) [18]

A cal era utilizada em misturas que apresentassem um solo demasiado arenoso com falta de coesão. Esta era apagada e misturada na argamassa para depois ser aplicada em camadas nos adobeiros, camadas estas que eram compactadas com um pilão [8]. Para se apagar a cal, os blocos de cal viva eram mergulhados num tanque com água. Os blocos de cal reagiam com a água e ao fim de um ou dois dias a cal apagada na forma de pasta era cuidadosamente misturada na argamassa dos adobes.

4.2.5 Tempos de secagem

Os tempos de secagem deste material eram importantes, para que, os blocos de adobe desidratassem, de forma lenta e igual em todo o bloco. Isto permitia ao bloco, a coesão de forma natural durante um dado período de tempo.

Os blocos de adobe podiam ter um processo de cura de cerca de um mês secos ao sol [17], mas com proteção contra intempéries, tendo em conta a sensibilidade dos blocos ainda “frescos” à água. A meio do período de secagem, os blocos eram voltados para permitir que estes secassem de forma uniforme.

No caso de os blocos de adobe conterem cal na sua mistura, dependendo da quantidade de cal adicionada e do tipo de solo, estes podiam levar até um ano para que a cal ganhasse a presa pretendida [8].

4.3. Descrição da sequência de construção

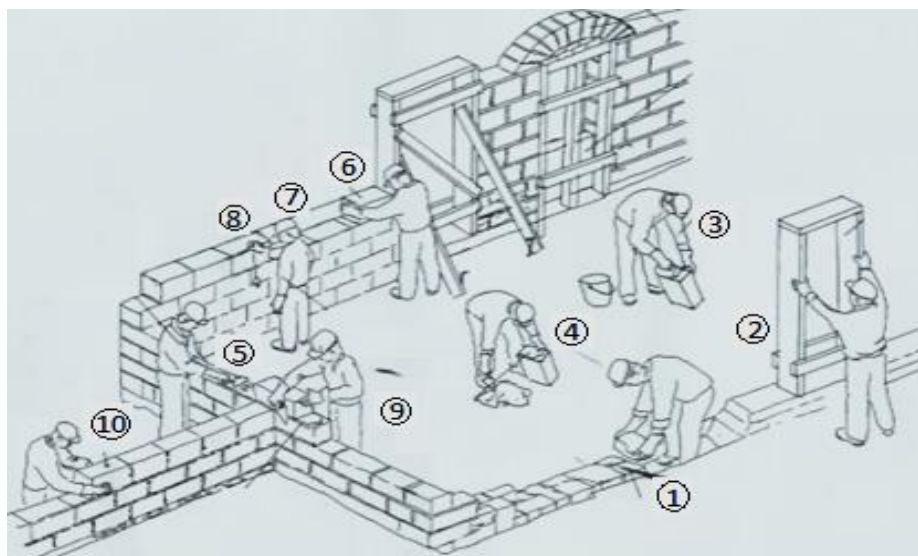
Os trabalhos referentes à construção em adobe deviam ser executados durante o período de primavera e verão, dado que se trata de uma técnica de construção em terra crua. O fabrico dos blocos podia ser feito alguns meses antes da primavera desde que estivessem protegidos das intempéries.

A sequência da construção passava por várias fases que dependem umas das outras para a sua execução. A fase preliminar de planeamento e escolha do local e do material adequado é muito importante para garantir que a construção seguisse todos os passos necessários para a sua execução.

As fases de construção de edifícios com blocos de adobe eram as seguintes:

- 1) execução da fundação;
- 2) execução dos panos de adobe;
- 3) montagem das cantarias dos vãos (portas, janelas, vergas etc.)
- 4) colocação da cobertura;
- 5) revestimento de paredes;
- 6) execução de pavimentos;
- 7) acabamentos.

De uma forma sucinta, a execução dos panos de adobe seria como a indicada na figura 31.



- | | |
|---|---|
| 1. Execução da fundação; | 6. Colocação dos blocos de topo; |
| 2. Colocação das guarnições; | 7. Verificação do alinhamento com linha; |
| 3. Molhagem das faces do bloco com água; | 8. Verificação do prumo; |
| 4. Colocação de argamassa no topo do bloco; | 9. Raspagem da argamassa em excesso das juntas; |
| 5. Colocação da argamassa de assentamento; | 10. Colocação de pequenas pedras nas juntas. |

Figura 31-Sequência da construção com blocos de adobe. (Fonte: Arq. Jorge Mascarenhas)

4.3.1. Execução da fundação

A fundação é um elemento fundamental para garantir a estabilidade das paredes resistentes de blocos de adobe, pois é através da fundação que as cargas do edifício são transmitidas ao terreno. O material utilizado (pedras) na sua execução podia variar consoante a disponibilidade no local da construção e das condições do terreno.

A execução de fundações com pedra arrumada de maiores dimensões com ligante de cal hidráulica é muito frequente na construção em adobe, bem como noutros tipos de construção em terra crua [12]. Porém, as fundações também podiam ser executadas com tijolo cerâmico sendo esta solução menos utilizada.

▪ Fundações em pedra

A execução das fundações em pedra arrumada é realizada numa vala aberta com cerca de 50cm de profundidade e com a largura a variar consoante a espessura da parede e do tipo de adobe a utilizar. As pedras do fundo da vala devem ser de maior dimensão e diminuindo à medida que a fundação chega ao topo. Tendo em conta que os blocos de adobe não devem estar em contacto com a água, a fundação eleva-se cerca de 50cm a 1m acima do

solo, formando um soco para depois dar início à execução das alvenarias de blocos de adobe [10].

- **Fundação em tijolo cerâmico**

A execução de fundações em tijolo cerâmico furado eram executadas a partir de valas com cerca de 40cm de profundidade no terreno delimitado para implantação do edifício. Os tijolos cerâmicos, eram assentes de forma dobrada até ao topo do terreno com uma argamassa de cal hidráulica. Também, como nas fundações em pedra, a fundação prolongava-se acima do terreno com uma camada de 40cm de altura de tijolos para evitar o contacto das paredes de adobe com a humidade do solo [10].

Uma vez que seria sempre necessário executar abertura de vala, o solo que sobrava desta tarefa, poderia ser ou não aproveitado para o fabrico dos blocos de adobe que deveria começar logo no momento de abertura das valas.

Quando o nível da fundação chegava à cota do terreno, antes de se construir o “soco” eram executadas as soleiras em pedra para definir logo de início a posição das portas a executar posteriormente. Após esta tarefa, completava-se o “soco” até à altura pretendida e só depois seguia-se a execução dos panos em blocos de adobe.

4.3.2. Execução das alvenarias

A execução das paredes de adobe era uma das fases mais importantes da construção sendo assente sobre o soco de pedra ou tijolo que se elevava acima solo. O tipo de aparelho a utilizar dependia das dimensões dos blocos e da espessura pretendida para as paredes.

Os blocos de adobe que constituíam a alvenaria, eram assentes de forma semelhante ao tijolo cerâmico furado tradicional com uma argamassa de cal e com juntas simples, tendo em conta o travamento dos blocos.

Inicialmente, eram assentes os blocos dos cunhais de modo a que fosse possível passar linhas, que permitam alinhar cada fiada. Os blocos de adobe antes de serem aplicados, eram molhados com uma esponja ou pincel e só depois era aplicada a argamassa no topo lateral do bloco. O bloco era assente sobre a argamassa de assentamento previamente espalhada sobre a fiada, havendo o cuidado de se verificar se ficava apurmoado em relação à parede com o auxílio de um fio-de-prumo. A argamassa utilizada nas paredes devia ser a

mesma utilizada na fabricação dos blocos de modo a garantir a compatibilidade entre materiais.

À medida que se iam assentando as fiadas, ainda com a argamassa de assentamento “fresca”, eram fixas pedras (Figura 32a), tijolos ou pedaços de telha de pequena dimensão (Figura 32b) ao longo das juntas dos blocos para permitir numa fase posterior uma melhor aderência do reboco de revestimento.



Figura 32- a) Fixação de pedras de pequena dimensão ao longo das juntas dos blocos, b) Fixação de pedaços de telha cerâmica ao longo das juntas dos blocos, (Fonte: de autor)

4.3.3. Execução dos vãos

A execução dos vãos está associada a todos os trabalhos que impliquem a execução de abertura nas paredes para a colocação de portas, janelas ou simplesmente para criar uma passagem ou abertura.

No caso das portas em que as ombreiras e vergas exteriores eram em pedra, as soleiras eram colocadas antes da execução das alvenarias. Após a colocação da soleira, os blocos de pedra que constituem as ombreiras apoiavam diretamente nesta, sendo aprumados e fixos (escorados e travados) para não se moverem durante a execução dos panos de parede.

A verga, constituída também por um bloco de pedra, na face exterior, apoiava diretamente sobre as obreiras e devia ser nivelada pela face inferior. Em zonas em que não abundava a pedra as ombreiras e vergas eram feitas em tijolo forçado com argamassa de cal hidráulica.

Note-se, que até ao uso massificado da cal hidráulica ou do cimento Portland nas argamassas de assentamento de tijolo, no perímetro de uma abertura exterior era sempre necessário criar uma estrutura sólida em pedra ou tijolo forçado para melhor se fixar as guarnições de madeira através de cravos metálicos, pois se tentasse fixar cravos diretamente aos panos de terra estes cederiam possibilitando a intrusão. Este processo permitia que as guarnições (aros fixos) de madeira a instalar na fase de acabamentos, fosse feita um pouco recuada para se proteger da chuva.

Quanto às vergas, pelo lado interior existe quase sempre uma viga de madeira enquanto, que, pelo lado exterior, devido à necessária resistência à intempérie, era executada, em pedra ou arco reto de tijolo. Para se aliviar as cargas dos adobes sobre as vergas procedia-se de duas formas: ou o beirado era feito, imediatamente acima da verga de pedra ou executava-se um arco de ressalva em tijolo (ou até em blocos de adobe).

A colocação das portadas e portas era feita muito mais tarde de forma a permitir a ventilação necessária para a secagem do interior

4.3.4. Execução das paredes interiores e lareira

Depois de executadas as paredes exteriores eram erguidas, as interiores em enxaimel, pois os seus topos eram embebidos através de cunhas nos panos de adobe das fachadas. Estas paredes divisórias por não terem uma função resistente mas apenas de divisão dos espaços e de travamento das paredes exteriores, tinham uma fundação muito elementar com pouca profundidade feita em pedra ou tijolo. Por vezes, só os prumos tinham fundação.

Nesta fase era executada a lareira e chaminé com os seus extensos panos e conduta de tijolo forçado.

4.3.5. Execução da cobertura

A cobertura tem como função proteger a construção das águas das chuvas e seria por isso, executada logo após a conclusão das paredes. Nas construções em adobe as coberturas eram constituídas por duas águas.

A estrutura da cobertura em madeira era simples. Ao meio, uma grande viga de cumeeira ligava as duas empenas do topo e sobre os panos das fachadas eram colocadas as

terças. As terças por ajudarem a distribuir as cargas da cobertura do telhado sobre as paredes eram colocadas ao eixo do topo da parede. Posteriormente, sobre a cumeeira e terças assentavam os caibros perpendiculares as fachadas (Figura 33).

Como as telhas de meia cana de fabrico artesanal eram permeáveis, após a chuva ficavam mais pesadas encurvando as vigas. Para acompanhar o encurvamento as telhas não tinham encaixe e assim, deslizavam sobre as tábuas do guarda pó. Nas construções mais humildes as tábuas do guarda pó eram afastadas entre si para se poupar madeira.

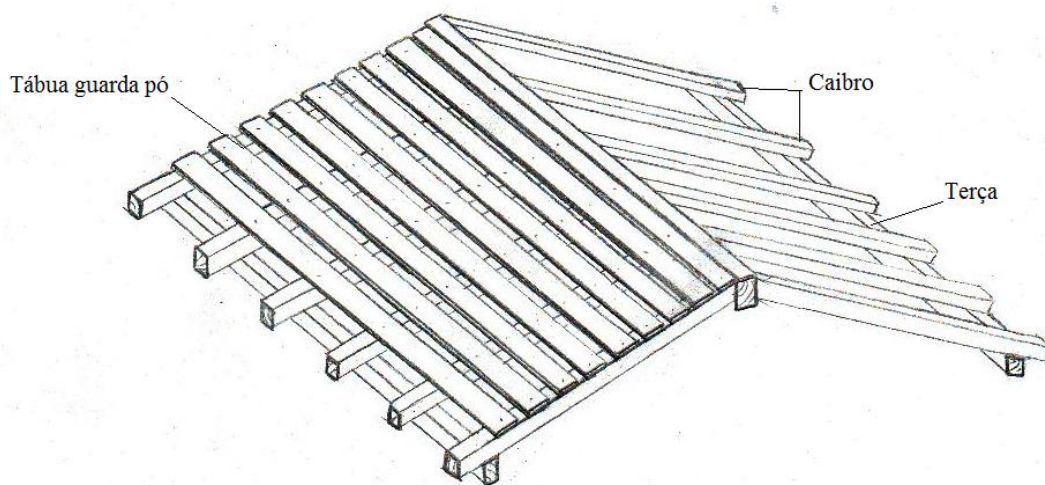


Figura 33- Estruturas em madeira de coberturas executadas em construções de adobe (Fonte: autor)

Após a conclusão da estrutura e antes da execução do guarda pó e colocação das telhas, era feito o beirado com recurso a telhas de meia cana sobrepostas, sendo “chumbado” saliente da parede cerca de 60cm, de modo a evitar que as águas da chuva entrassem em contato com as paredes de adobe. As telhas do beirado definiam o arranque para a colocação das restantes telhas cerâmicas.

4.3.6. Revestimento de paredes

O revestimento das paredes de alvenaria de blocos de adobe era feito na fase final da construção, depois de concluídas as paredes e da colocação da cobertura. Tendo em conta que era praticamente impossível trabalhar com estes rebocos de terra à chuva, esta tarefa era executada na Primavera ou Verão de modo a garantir que a construção libertasse toda a humidade a que esteve exposta. Primeiro, eram aplicados os rebocos interiores e só mais

tarde os exteriores. A aplicação do revestimento, geralmente, era feita manualmente com recurso a colher de pedreiro e talocha, tendo em conta o tipo de acabamento pretendido (areado ou liso). A argamassa dos rebocos tinha características semelhantes às dos blocos de adobe tendo como função não só aspetos estéticos mas também técnicos.

Em termos estéticos, a decoração das superfícies podia apresentar vários acabamentos e resultarem de técnicas diferentes. O revestimento permitia criar uma superfície lisa e regular na qual se podiam aplicar vários tipos de acabamentos tais como a caição com leite de cal. Nas pinturas à base de cal era usual a utilização de corantes orgânicos ou inorgânicos, naturais ou artificiais, que conferiam cor à mistura e asseguravam maior durabilidade do filme [19].

Em termos técnicos havia que garantir por um lado, que o revestimento cumprisse a sua função de proteção das paredes sobre a qual este era aplicado. No exterior era importante garantir que o revestimento absorvesse o mínimo de água possível, e no interior que permitisse a migração das condensações do interior para o exterior. Era importante que as resistências mecânicas das argamassas fossem semelhantes às do suporte para que não se excedam as tensões admissíveis para o reboco [20].

Por fim, eram executados os acabamentos de carpintaria, nomeadamente a execução dos aros em madeira das portas e janelas. Também nesta fase eram aplicados os tetos com estrutura e forro em barrotes e tábuas de madeira, respetivamente. O pavimento de madeira era executado em toda a construção à exceção da cozinha, que por motivos de segurança, era constituído por lajetas de pedra ou apenas em terra batida.

4.4. Descrição detalhada do sistema construtivo

Como qualquer tipo de construção, os edifícios com blocos de adobe são constituídos por várias componentes com funções distintas. O sistema construtivo de blocos de adobe é geralmente composto por – fundação, soleiras, ombreiras, vergas, alvenarias (aparelho), beirados, coberturas, chaminés, muros, etc. – cada qual com a sua forma de construção, sendo importante perceber.

4.4.1. Fundações

As fundações das construções em adobe são normalmente diretas, em alvenaria de pedra ou tijolo cerâmico maciço [20], utilizando-se como ligante uma argamassa de cimento ou cal hidráulica. Podem apresentar uma largura superior à parede, atendendo ao tipo de solo de fundação, sendo que esta largura pode prolongar-se acima da cota do terreno até um nível que não costuma ultrapassar 1,0m (o soco) (Figura 34) [20]. A profundidade das fundações varia, consoante o tipo de solo.

É importante salientar que as fundações são um elemento com grande importância para a estabilidade da estrutura. Por esta razão era importante ter em conta vários aspetos, tais como: preparação da base de fundação, o tipo de solo de fundação, materiais a empregar, largura e profundidade.

- a) Preparação da base de fundação - A base da fundação, na maioria dos casos é formada por uma camada de argamassa com adição de tijolos ou pedras, pois havia a preocupação de garantir um bom contacto com o terreno e o isolamento da humidade.
- b) Materiais, dimensão e profundidade - Na construção em adobe, as fundações dos edifícios apresentam algumas variações quanto ao tipo de material, nomeadamente o tijolo ou pedra (calcário). As fundações incluem uma camada base de fundação até à superfície do terreno e outra, sobrejacente a esta e com altura 0,5m a 1m, o soco, como prevenção do efeito de capilaridade, a partir da qual seria executado o pano de blocos de adobe. A alvenaria de pedra que constituía as fundações era assente com uma argamassa de cal hidráulica e areia (três partes). Nos casos em que a areia era de origem fluvial, misturavam-se duas partes de areia com uma de cal hidráulica [17].

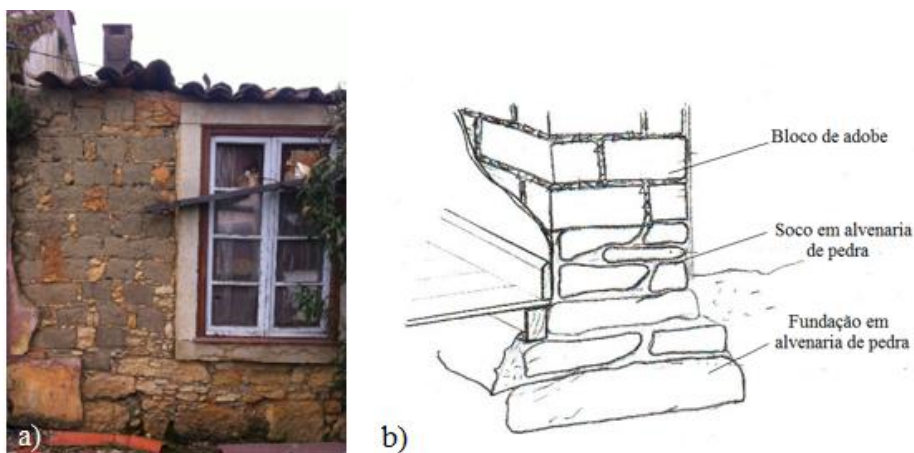


Figura 34- a) Soco executado em alvenaria de pedra calcária, b) Pormenor de fundação em pedra de uma construção em adobe [6]

4.4.2. Soleiras

A soleira era normalmente executada com pedra. A pedra era trabalhada em bloco, de modo a formar uma peça uniforme e durável (Figura 35), visto que é um elemento que sofre grande desgaste ao longo do tempo.

Estes elementos eram colocados em obra acima do nível do solo (de forma a garantir uma caixa de ar abaixo do pavimento interior de madeira). Sobre as soleiras assentam as ombreiras de pedra.

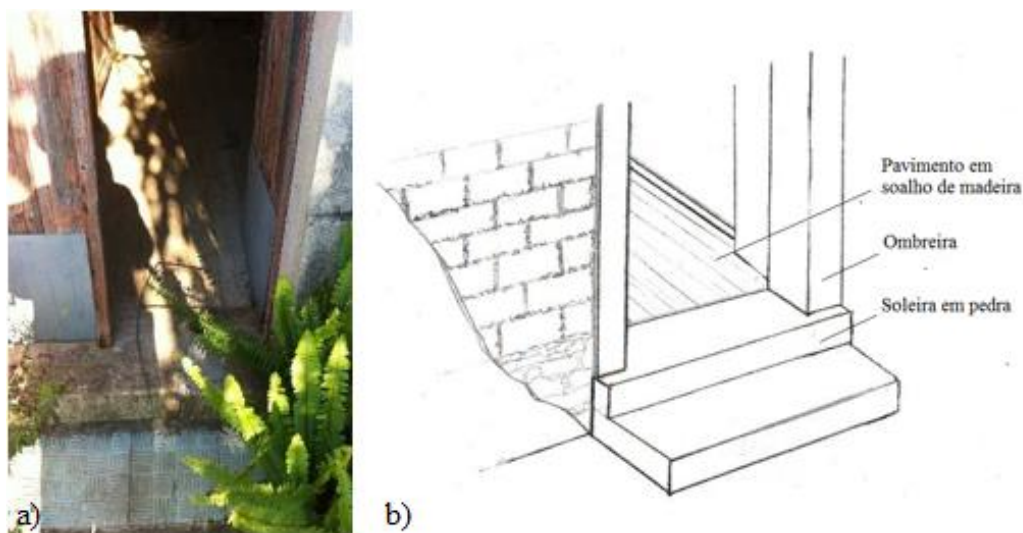


Figura 35- a) Soleira executada com bloco de pedra calcária, b) Pormenor da soleira de uma porta de habitação em adobe (Fonte: autor)

4.4.3. Ombreiras

Nestas construções as ombreiras também poderiam ser executadas, em tijolo cerâmico. Na maioria dos casos observados eram executados em pedra (Figura 36), bem como na “verga” do vão.

As ombreiras de pedra ou alvenaria de tijolo ajudavam a rematar de forma sólida os panos de adobe.



Figura 36- Exemplos de ombreiras executadas em pedra calcária na região de Tomar, a) Ombreira em pedra na janela, b) Ombreiras em pedra na janela, c) Ombreiras em pedra na porta (Fonte: autor)

4.4.4. Aparelhos

Executam-se paredes com várias espessuras, em função da geometria dos blocos de adobe mas particularmente do modo como estes estão dispostos, o aparelho, – à meia vez, a uma vez e meia, a duas vezes [6]. O aparelho, a adotar devia permitir obter o melhor travamento e ligação entre elementos. Com isto, as paredes ficavam mais resistentes e menos suscetíveis a posteriores danos.

Os blocos de adobe têm a particularidade de na maioria dos casos terem uma secção retangular, em que o comprimento é o dobro da largura, como por exemplo com dimensões de $0.46 \times 0.23 \times 0.13\text{m}$. Existe ainda um bloco $0.46 \times 0.20 \times 0.15\text{m}$, que é o mais utilizado na região de Tomar (Figura 37).



Figura 37- a)Adobe retangular disposto a uma vez, b)Adobe retangular disposto a uma vez em parede de empena, c) Adobe retangular disposto a uma vez e com introdução de tijolo cerâmico perfurado nas juntas verticais (Fonte: autor)

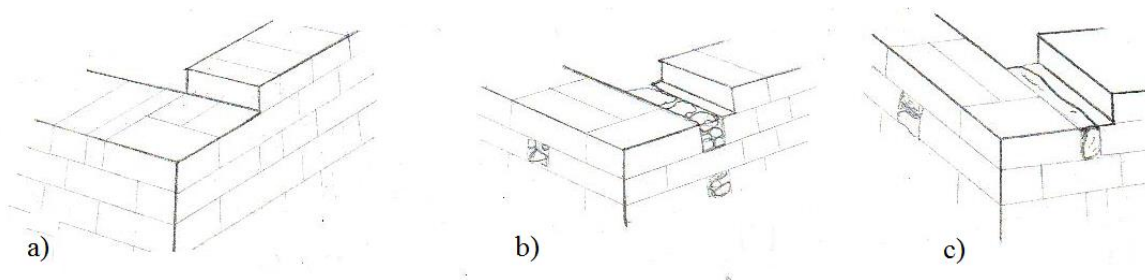
No registo bibliográfica existente, a informação corrente é a que, a construção à meia vez era a mais utilizada nas paredes de adobe. No entanto, é importante salientar que as habitações em adobe estudadas possuem paredes com cerca de 0.46 a 0.55m de espessura, pelo que no caso de se utilizar adobes de dimensões $0.46 \times 0.23 \times 0.13\text{m}$, o seu aparelho era a uma vez ou intercalada (Figura 38 b). Só deste modo, é possível garantir a estabilidade em altura das paredes resistentes de fachada.



Figura 38- Tipos de aparelhos de alvenaria de adobe – a) meia vez, b) uma vez e c) uma vez e meia (Fonte: de autor)

Não existem muitas regras em relação à aplicação dos adobes, quer no que diz respeito à dimensão quer a forma de colocação. A solução mais encontrada na maioria dos edifícios foi o aparelho com blocos a uma vez em fiadas, alternadas com outras fiadas com dois adobes a meia vez.

O aparelho dos blocos nas zonas dos cunhais era importante para garantir o travamento dos panos, no entanto, não era de fácil execução e requeria alguma experiência para solucionar estes pormenores construtivos. A figura ilustra alguns exemplos de pormenores dos cunhais.



- a) Solução com um bloco de adobe mais estreito;
- b) Solução com pedras de menor dimensão;
- c) Solução com um bloco de pedra.

Figura 39- Pormenores de ligação entre cunhais, acerto do travamento, exemplos construtivos (Fonte: autor)

As juntas entre os blocos possuem, geralmente, cerca de um centímetro e eram executadas com argamassas de cal e areia com terra. Em alguns casos é possível registar a presença de pequenas pedras calcárias colocadas nas juntas, tanto verticais como horizontais, com a finalidade de melhorar a ligação entre o suporte e as argamassas de revestimento.

4.4.5. Vergas

Nestas construções, a “verga” de um vão (janela ou porta) é o elemento que suporta o restante pano de blocos de adobe que foi interrompido pela abertura do vão. Deste modo este elemento é uma peça importante pelo que deve apresentar boas características no nível de resistência e durabilidade.

Nas construções em adobe, estes elementos são, normalmente, constituídos por elementos de secção considerável, aplicada na parte superior dos vãos e apoiada nas extremidades cerca de 30cm nas paredes, quer na face exterior quer na face interior das mesmas. Normalmente, era utilizada a pedra calcária no exterior (Figura 40a), e um elemento em madeira de boa resistência pelo interior (Figura 40b).

No interior dos edifícios, a face inferior das vergas de madeira (voamento), era acabada com um ripado de madeira (“fasquiado”) que levaria um revestimento com argamassa de cal e areia para regularização e posterior caiação.



Figura 40- a) Verga em pedra calcária pelo exterior, b) Verga em madeira aplicada numa porta interior, (Fonte: de autor)

Os arcos eram utilizados para reforçar a verga dos vãos (Figura 41). Esta técnica de reforço transfere as cargas que lhe são impostas para as extremidades do elemento que constitui a verga. O arco poderia ser constituído por tijolo cerâmico maciço (tijolo de “burro”) ou ainda por blocos de adobe talhados para esse efeito.

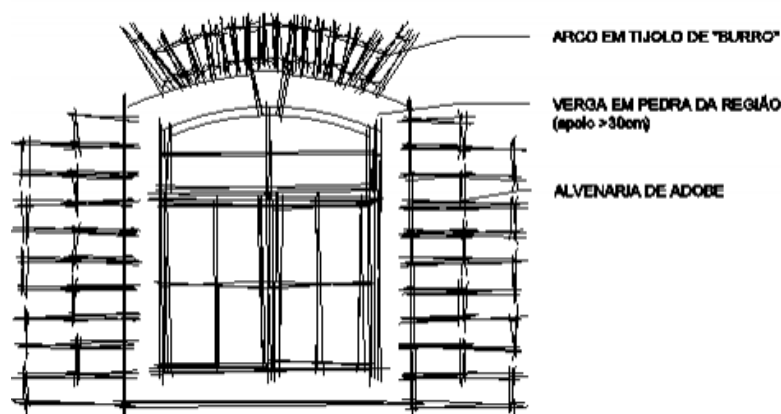


Figura 41- Reforço da "Verga" de janela com recurso a arco de tijolo de "burro" (Fonte: autor)

4.4.6. Caixilharia das janelas

As caixilharias das janelas das construções em adobe eram em madeira, constituídas por várias peças e poderiam ser do tipo “guilhotina” ou abertura segundo eixo vertical tipo “francesa”, com duas folhas (Figura 42). Estas eram fixas à parede através de um aro, também ele em madeira, que funcionava como estrutura da janela, na qual se encaixavam ou fixavam os restantes elementos.

Os aros fixos de madeira das janelas ou das portas para maior solidez eram fixos às cantarias que envolviam os vãos.

Por se tratar de construções humildes, por vezes não existia uma cantaria ou uma alvenaria de tijolo a envolver o vão, pelo que se tornava difícil a fixação destes elementos devido à fragilidade dos blocos de terra. Nestes casos, era habitual a introdução de calços de madeira, “chumbados” na parede de adobe para fixação do aro (Figura 42). Este processo era delicado pois existia a necessidade de evitar o “esfarelamento” do adobe era necessário um executante experiente [11].

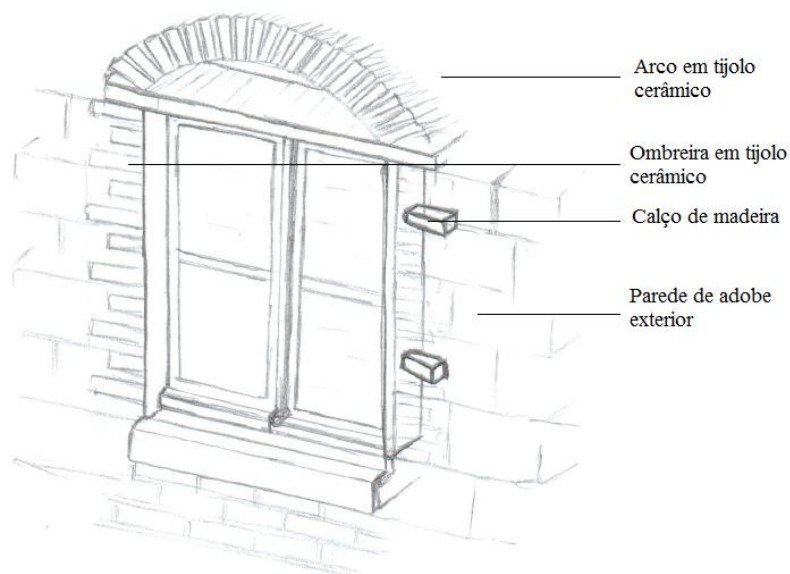


Figura 42- Pormenor de fixação do aro em madeira com calço, (Fonte: de autor)

Nestas construções em terra, os vãos eram reduzidos de modo a diminuir as transferências de calor entre o interior e o exterior. Na maioria dos casos as janelas de maior dimensão eram as janelas da fachada “principal”, sendo, que nas traseiras as janelas apresentavam uma dimensão mais reduzida e eram menos trabalhadas.

A proteção solar das janelas, era conseguida através de portadas de madeira aplicadas pelo interior (Figura 43c), que quando fechadas não permitiam a entrada da luz solar, ajudando a manter frescas as habitações na estação mais quente, o verão.



Figura 43- a) Janela com verga em arco, b) Janela retangular de madeira de duas folhas, c) Portadas interiores em madeira para proteção solar, (Fonte: de autor)

A parede no parapeito das janelas tinha que ser mais estreita em relação à parede exterior de adobe. Deste modo, para formar um pano de parede com menos espessura mas resistente optava-se por várias soluções construtivas. Nas observações feitas, constatou-se a existência de três soluções construtivas que são ilustradas na Figura 44.

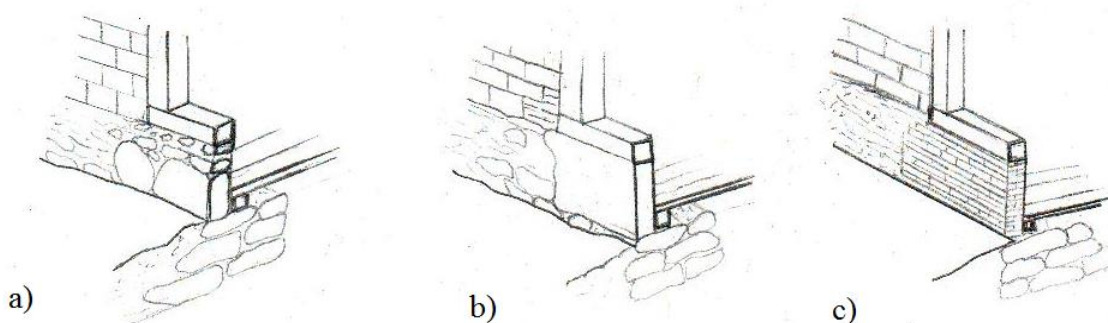


Figura 44- Exemplos de soluções para o parapeito das janelas: a) solução com pedras de menor dimensão; b) solução com pedra de grande dimensão; c) solução com tijolo cerâmico maciço. (Fonte: de autor)

4.4.7. Paredes interiores

As paredes interiores apresentam uma espessura mais reduzida comparativamente às paredes exteriores. São construídas em materiais leves como a madeira, podendo ser encontradas paredes de tipo “tabique de costaneira” ou de “enxaimel” (Figura 45a e b) e paredes de alvenaria de tijolo maciço (Figura 45c).



Figura 45- Paredes interiores em taipa de fasquio com introdução de telhas no seu enchimento, b) Paredes interiores em taipa de fasquio, c) Paredes interiores executadas com tijolo cerâmico furado (Fonte: de autor)

Estas paredes tem essencialmente a função de divisórias, no entanto, em alguns casos estas podem contribuir também para criar apoios à estrutura da cobertura (Figura 46) e para dar alguma resistência (travamento) a toda a construção, formando de certa forma uma malha que contribui para reforçar o edifício quando sujeito a ações dinâmicas.



Figura 46- Paredes interior como apoio à viga de cumeeira, (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas)

O “tabique de costaneira” também designado por “taipa de fasquio”, é uma técnica de construção em terra, que utiliza uma estrutura de tábuas de madeira, colocadas na vertical e pregadas aos frechais que são colocados sobre o soalho espaçados entre si. Sobre estas tábuas, eram pregadas outras na diagonal, para o travamento da estrutura. O conjunto, era acabado com um fasquiado pregado na horizontal para fixar o reboco com uma argamassa de cal e areia e/ou terra.

O sistema de “enxaimel” consistia numa estrutura engradada de madeira, sendo o sistema mais comum. Os vazios entre a estrutura de madeira, eram preenchidos com terra (estado plástico), palha, pedras e por vezes com telhas cerâmicas (Figura 47a). No final o conjunto era revestido por argamassa de terra.

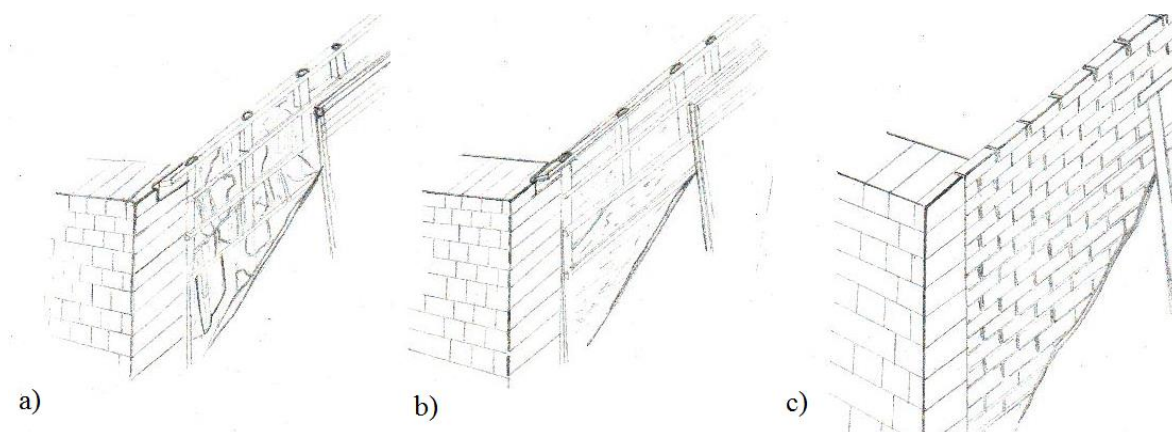


Figura 47- Pormenores construtivos dos três tipos de paredes interiores: a) enxaimel com enchimento de telhas; b) enxaimel com enchimento de terra; c) pano em tijolo maciço (Fonte: de autor)

4.4.8. Beirados

Os beirados deste tipo de construção eram executados com telhas cerâmicas assentes em balanço sobre o coroamento das paredes de blocos de adobe. Tendo em conta a necessidade de afastar, o máximo possível, da parede as águas provenientes do telhado, o beirado devia ter uma saliência em relação à parede de pelo menos 60cm, esta era uma das regras para a boa execução das construções em adobe [1]. Para tal, em alguns casos executavam-se beirados duplos (sob beiras), utilizando telha cerâmica do tipo canudo na face inferior, de modo, a permitir que a segunda fiada de telhas com o máximo possível de balanço para aumentar a saliência em relação à alvenaria de bloco de adobe (Figura 48). Procurava-se, também dar um aspeto mouriscado ao beirado, inclinando menos as telhas na zona do beirado, sendo este ajuste feito com o assentamento com argamassa.



Figura 48- Beirado executado com telha cerâmica Marselha, b) Beirado executado com telha cerâmica do tipo canudo (Fonte: de autor)

O revestimento do telhado podia ser constituído pela tradicional telha cerâmica de canudo (Figura 50a) ou telha cerâmica do tipo “Marselha” (Figura 49b) que surgiu mais tarde.

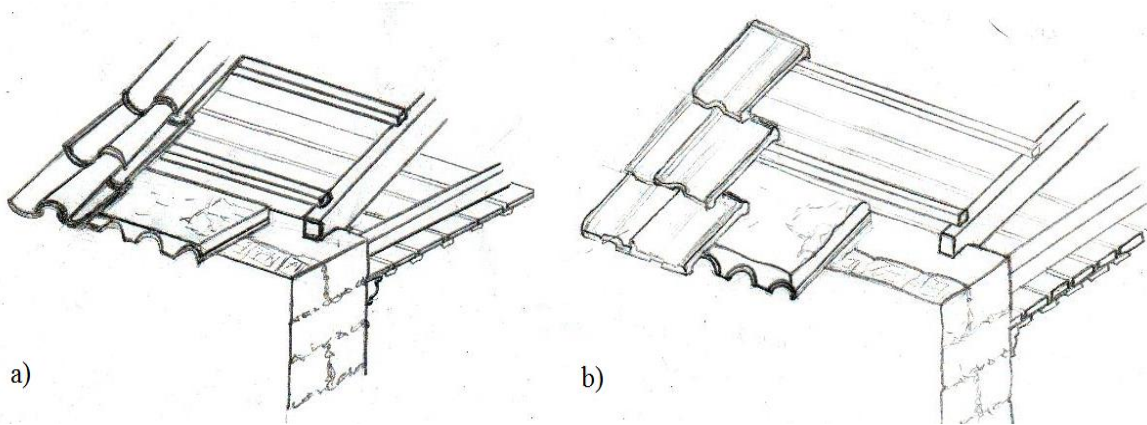


Figura 49 - Exemplos de soluções construtivas para beirados: a) beirado executado com telha cerâmica do tipo canudo; b) beirado em telha cerâmica do tipo "Marselha". (Fonte: de autor)

4.4.9. Portas exteriores e interiores

As habitações de adobe possuíam, na maioria dos casos, uma porta exterior de maior dimensão na fachada principal do edifício, podendo ter bandeira e uma porta exterior localizada nas traseiras de dimensão mais reduzida, utilizada essencialmente para o acesso à cozinha por parte dos moradores. As guarnições das portas eram de madeira fixas, através de cravos de ferro, às cantarias.

A porta da fachada principal possuía duas folhas, sendo do tipo engradado podendo ter pequenas aberturas com vidro na sua composição, como se pode ver na Figura 50b. As portas do interior e a do tardo da construção era mais simples do tipo de taipal. Em alguns casos é visível a existência de bandeiras na parte superior de portas interiores de modo a aproveitar a luz solar (Figura 50 c).



Figura 50- a) Porta exterior em madeira com “bandeira” em arco, b) Porta exterior em madeira, c) Porta interior em madeira com “bandeira”, c) Porta interior em madeira (Fonte: de autor)

4.4.10. Pavimentos

As habitações que foram alvo de estudo possuem pavimentos térreos interiores de madeira, os designados soalhos de madeira, a solução mais utilizada nas construções com blocos de adobe. Estes pavimentos são constituídos por uma estrutura resistente de apoio, vigas e barrotes, assentes sobre tarugos de alvenaria sobre a qual era pregado o soalho de tábuas de madeira (Figura 51).

É importante salientar que o pavimento de madeira era aplicado em todas as divisões à exceção da cozinha onde, por motivos de segurança e também para mais fácil limpeza, eram executados em lajetas de pedra e, em alguns casos, em terra batida.

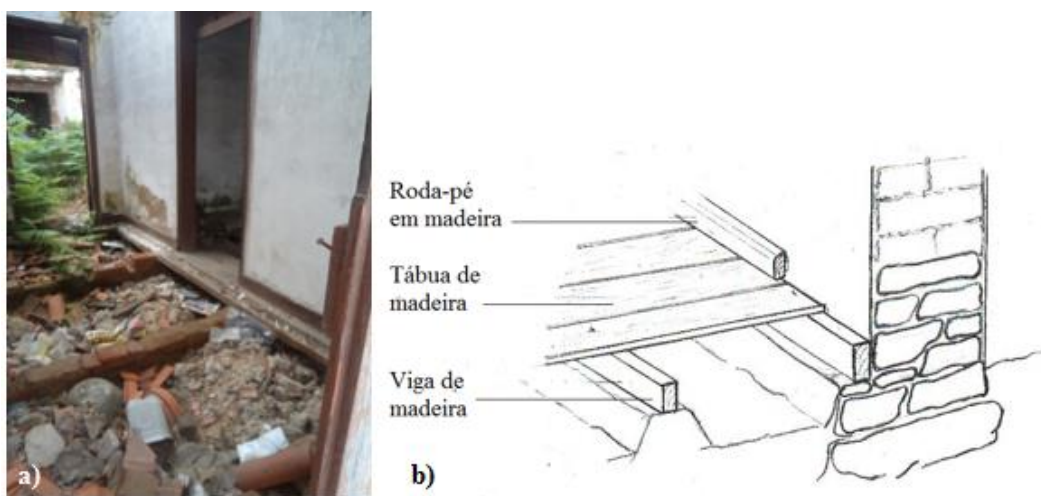


Figura 51- a) Estrutura de pavimento em madeira, b) Pormenor construtivo do pavimento em construções de adobe (Fonte: Arqº Jorge Mascarenhas e de autor)

4.4.11. Tetos

Os tetos interiores das habitações em adobe eram construídos através de uma estrutura mais leve de vigas e barrotes.

As tábuas do revestimento para serem ligeiras tinham uma espessura reduzida (cerca de 10mm). Estas tábuas finas eram de encaixe a meio-fio, apresentando, muitas vezes um cordão nas juntas formando um forro com acabamento de esteira (Figura 52).

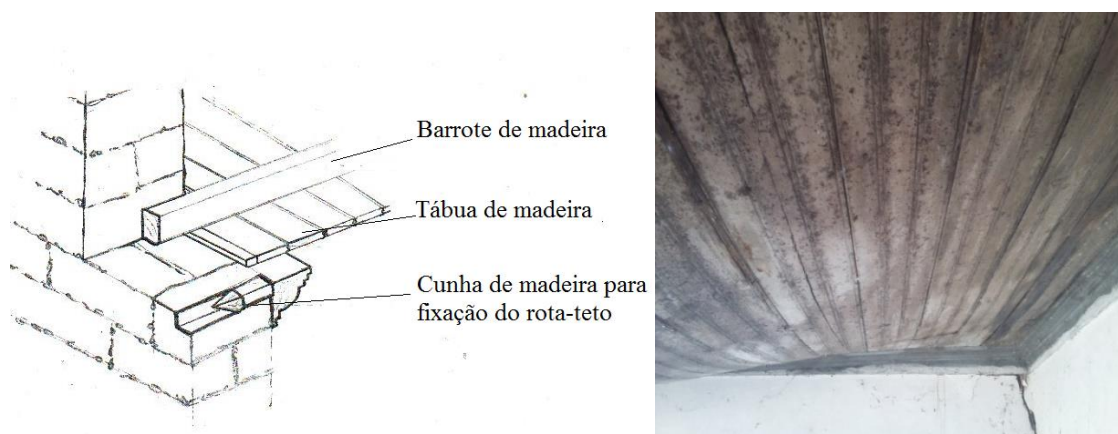


Figura 52- Pormenor construtivo de teto de construção em adobe (Fonte: de autor)

4.4.12. Lareiras e chaminés

As habitações possuíam uma lareira localizada na maioria dos casos na cozinha, devido à sua utilidade no dia-a-dia. Nas zonas rurais a lareira servia de fumeiro após as matanças do porco e para cozinhar. A lareira era, normalmente, executada com uma estrutura de traves de madeira que suportavam o apanha fumos e descarregavam num pilar de madeira (Figura 54a).



Figura 53- a) Lareira executada com estrutura de madeira, b) lareira executada com estrutura em pedra, (Fonte: de autor)

O “apanha fumos” assume uma dimensão considerável, tendo em conta que permitia um grande espaço no seu interior para se pendurar as carnes de fumeiro. A chaminé era executada com tijolo cerâmico furado assente com uma argamassa de cimento ou cal e rebocado com uma argamassa de cal e areia.



Figura 54- Exemplo de chaminés e apanha fumos de construções em adobe: a) Carril região de Tomar, b) São Pedro Região de Tomar (Fonte: de autor e Arq.º Jorge Mascarenhas)

5. PATOLOGIAS E REABILITAÇÃO

O património de construções em adobe tem sido negligenciado, apresentando-se por vezes muito degradado e mesmo em ruína em muitas regiões do país, devido, sobretudo à falta de manutenção e conservação. No passado houve uma falta de sensibilização para a preservação deste património e também uma falta de conhecimento relativo ao comportamento destes materiais levando a que este tipo de construção fosse desprezada [8].

Hoje, existem vários estudos em curso em universidades portuguesas, como a Universidade de Aveiro que tem desenvolvido trabalhos de pesquisa direcionados para a construção de adobe, por exemplo, a avaliação em relação à capacidade de resistência sísmica, comportamento térmico entre outros estudos.

Um dos objetivos do presente projeto passa pela identificação das principais patologias detetadas nestas construções. Para aprofundar o conhecimento, foram consultados vários artigos e dissertações relacionados com este tema, embora a informação seja escassa. Desta forma, as observações realizadas “in situ” poderão ajudar a perceber melhor os principais fatores que levam à degradação das construções.

O levantamento das anomalias permitirá a realização de uma listagem que poderá ser importante para apoiar ações de reabilitação futuras. Deste modo, torna-se essencial compreender as razões que dão origem a cada anomalia, para que se possa recorrer a ações de preservação proactivas que seriam importantes para manter este património.

Como já foi referido, por muitos autores, a preservação dessas construções pode também contribuir para o reconhecimento das vantagens do adobe como um material estrutural, incentivando a sua utilização em novas construções, reduzindo de alguma forma os esforços e recursos associados com as exigências dos novos edifícios, tirando partido das boas características deste sistema construtivo.

Na maioria dos casos é visível que as patologias que ocorrem nestas construções, surgem devido à falta de manutenção e não só. A adoção de processos de reabilitação incorretos e incompatíveis aceleram, de certa forma, os processos de degradação dos edifícios.

Também, na maioria dos casos os técnicos responsáveis pela avaliação do estado de degradação das construções em adobe, mantêm uma mentalidade ultrapassada, que despreza o valor em termos de sustentabilidade ambiental e valor construtivo.

Assim, muitas vezes, as construções são demolidas pelas seguintes razões:

- o suposto avançado estado de degradação, sem possibilidade de recuperação;
- a não adequação às necessidades de padrões "modernos" de conforto;
- o desprestígio associado ao viver numa construção em terra.

5.1. Patologias mais comuns

Um dos fatores que tal como já foi referido em capítulos anteriores, têm grande influência no comportamento das construções em terra é a sua fragilidade face à água e aos sismos. As construções em adobe não fogem à regra e são vulneráveis à ação da água e às ações dinâmicas. Este tipo de comportamento deve-se, essencialmente, a algumas deficiências construtivas que deveriam ter sido consideradas na fase de execução destas construções.

Outros fatores que tem grande influência no aparecimento de patologias e na degradação progressiva dos edifícios são o abandono ou falta de manutenção, por parte dos proprietários, e os problemas de base relacionados com a má execução construtiva, muito correntes nas construções em adobe.

Nas construções em adobe, de uma forma geral, as paredes não apresentam grandes espessuras (30 a 50 cm) como se registou em alguns casos. Ao contrário da taipa que permite formar grandes panos espessos de terra batida e compactada, elementos com grande resistência, a construção em alvenaria de blocos de adobe não formam panos muito espessos, o que as torna mais vulneráveis a ações exteriores. No entanto, se as paredes forem constituídas por adobes de boa qualidade e dispostos de forma correta segundo um aparelho com maior espessura, estas podem revelar-se elementos com boas características ao nível de resistência e não só.

Outro aspeto importante e que se torna um problema de base associado a este tipo de construções, é o facto de serem construídas, muitas vezes, em zonas rurais, em locais

isolados e por isso mais expostos à intempérie. Na maioria dos casos as habitações estão implantadas demasiado junto à estrada, nos limites dos terrenos de grandes proprietários, que apenas cediam essas faixas estreitas para construção das casas dos trabalhadores.

O início à degradação da construção dá-se em geral pela cobertura. As construções que foram alvo de estudo para este trabalho, encontravam-se parcialmente degradadas e na maioria dos casos com problemas na cobertura

As telhas antigas eram pouco permeáveis, pelo que após uma chuva, estas ficavam mais pesadas. A não existência de uma estrutura tipo “asna”, que contrariasse os movimentos de “abertura” da cobertura, acaba por fazer com que as paredes cedessem para o exterior.

Devido às dificuldades económicas dos proprietários, a qualidade da madeira nem sempre era a melhor, os barrotes eram irregulares e tinham uma secção pequena o que fazia a estrutura vergar com o peso.

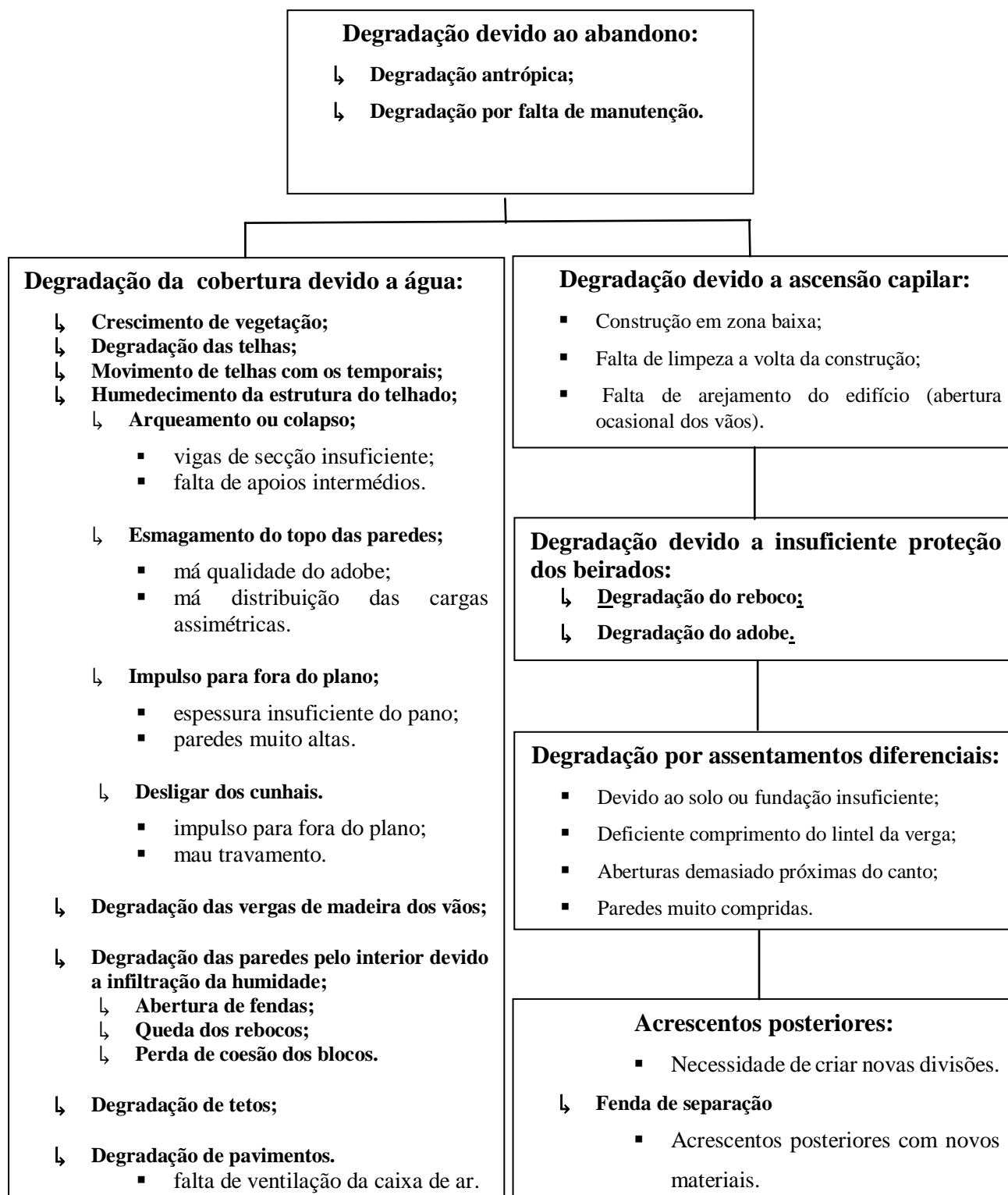
Com o passar do tempo o problema agrava-se, as telhas envelhecem estes fatores associados à sujidade, fazem com que o escoamento das águas da chuva não seja feito de forma correta e a água seja mais absorvida pelas telhas envelhecidas, o que aumenta, consideravelmente, o peso levando à deformação ou até ao colapso da estrutura.

Quando a água passa por entre as telhas atinge a estrutura de madeira da cobertura e escorre para as paredes infiltrando-se, dando aqui origem a novos focos de degradação de toda a construção.

A sistematização das patologias mais frequentes e as suas possíveis causas em construções de adobe poderão ser fundamentais para auxiliar em projetos de reabilitação futuros. Com isto, pretende-se encontrar soluções de tratamento e correção mais adequadas, para que seja possível definir de forma clara a intervenção a adotar.

De uma forma sucinta, o esquema seguinte representa as formas de degradação mais comuns neste tipo de construção. As setas indicam as formas de degradação e os pontos, os fatores que podem agravar.

Ciclo ou forma de degradação mais comum



5.1.1. Degradação devido ao abandono

O abandono das habitações está muitas vezes associado à migração das pessoas das zonas rurais para as grandes cidades ou para o estrangeiro (França, Alemanha, etc.). Pode também estar relacionado com a existência de uma outra habitação nova por parte dos proprietários, o que leva a um desinteresse em relação à antiga habitação. As disputas entre herdeiros também levam muitas vezes ao abandono das habitações por não haver um entendimento entre partes.

O abandono levar à degradação progressiva das construções através de duas formas:

Degradação antrópica – está relacionada com ocupação por marginais, roubo de materiais, vandalismo e até possível destruição para não valorização do IMI.

Degradação por falta de manutenção – a falta de manutenção pode ter origem no desinteresse por parte dos donos ou também por dificuldades económicas, o que não permite aos proprietários realizarem as operações de manutenção.

As operações de manutenção são simples e consistem nas seguintes atividades:

- remoção de vegetação;
- limpeza do telhado em especial dos canais de drenagem de águas pluviais;
- manutenção de telhas com reposição de elementos partidos ou deslocados.



Figura 55- a) Degradação de construção abandonada na Marianaia, b) Degradação de construção abandonada em São Pedro de Tomar (Fonte: autor)



Figura 56- a) e b) Degradação de construções abandonadas em Carvalhos de Figueiredo região de Tomar (Fonte: autor)

5.1.2. Degradação da cobertura devido à água

Como foi dito anteriormente, o adobe é uma técnica de construção em terra que é sensível a ação da água. “De acordo com Houben e Guillaud (1994) para a água poder ter um efeito negativo nas construções, têm de existir em simultâneo as seguintes condições:” [1]

- A água deve estar presente na superfície do edifício;
- Deve haver uma abertura nessa superfície, tal como uma fenda ou uma janela que permita a entrada da água;
- Deve haver uma força (que pode ser uma pressão, a gravidade ou a ação da capilaridade) que facilite a entrada da água pela abertura.

O ciclo de degradação devido à ação da humidade tem, na maioria dos casos, origem em infiltrações nos telhados. A partir daí dá-se a degradação da estrutura do telhado e consequentemente da restante construção.

5.1.2.1. Arqueamento ou colapso

As coberturas das construções em adobe são constituídas por uma estrutura em madeira e um revestimento com telha cerâmica com alguma permeabilidade. Com o passar do tempo, o envelhecimento e degradação das telhas por líquenes ou a ação do gelo degelo leva a que estas absorvam mais água tornando-as mais pesadas e aumentando o peso do telhado.

Como já foi referido anteriormente, a estrutura da cobertura das construções em adobe tendem a ser simples (sem asna), e na maioria dos casos são constituídas por vigas de secção insuficiente, o que faz com que estas não tenham capacidade para suportar as novas cargas impostas pelo telhado e fletem dando origem à deslocação ou quebra de telhas e com isso infiltrações. A falta de apoios intermédios é uma fator que pode levar ao arqueamento excessivo da estrutura das coberturas.

Outros fatores que também podem contribuir para a infiltração das águas, são a falta de limpeza e manutenção que causa a obstrução das águas que correm no telhado, fazendo com que estas não sigam o caminho pretendido e acabem por entrar para o interior da cobertura.

Quando a estrutura é humedecida perde resistência, acabando por fletir mais e também simultaneamente apodrecer, podendo colapsar parcial ou totalmente (Figura 57).



Figura 57- a) Flexão da estrutura da cobertura por excesso de peso do telhado, habitação localizada em Carril, b) Colapso total da cobertura (Carril), (Fonte: de autor)

5.1.2.2. Esmagamento do topo das paredes de adobe

Este fenómeno pode ter origem numa série de imposições criadas no elemento resistente (parede de blocos de adobe) e que podem levar à rotura destes elementos em pontos distintos da construção, mas que na maioria dos casos surgem na parte superior das paredes de adobe, concretamente nas zonas de apoio da estrutura da cobertura nas paredes.

Nas zonas de ligação das vigas da cobertura com as paredes, por vezes não existe uma viga de coroamento que distribua as cargas sobre o pano de blocos de adobes. Desta

forma, devido à concentração de cargas em zonas pontuais da parede, pode dar-se o esmagamento localizado (Figura 58).

De uma forma resumida, as ações que podem dar origem ao esmagamento do topo das paredes podem ser as seguintes:

- existência de cargas da cobertura demasiado concentradas sobre a parede;
- irregularidade da espessura em altura, com as partes superiores das paredes mais delgadas e insuficientes para receber cargas;
- ausência de uma viga de distribuição das cargas do telhado sobre as paredes;
- viga de distribuição colocada demasiado a face do pano;
- escorrimento das humidades pelos caibros até a zona do apoio;
- má qualidade do adobe.



Figura 58- a) Esmagamento e degradação na zona face superior da parede, b) Esmagamento da parede por ação da cobertura e destacamento do revestimento, c) Esmagamento dos blocos e consequente desagregação da parede (Fonte: Arq.º Jorge Mascarenhas e de autor)

5.1.2.3. Impulso para fora do plano

As patologias que mais se destacam neste tipo de construção surgem ao nível estrutural, com o impulso para fora do plano por ação da cobertura (Figura 59). Este mecanismo associado a espessuras insuficientes dos panos ou por vezes a paredes muito altas dão origem ao aparecimento de patologias como fendas significativas.

As cargas da cobertura concentradas na zona superior da parede exterior empurram o pano de parede para fora, formando um mecanismo de colapso para fora do plano.

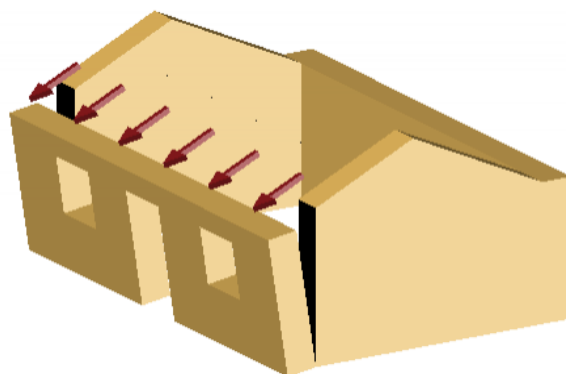


Figura 59- Mecanismo de colapso para fora do plano devido a impulsos da cobertura, de uma construção tradicional em adobe (Fonte: de autor)



Figura 60- a) Impulso da cobertura sobre a parede de fachada, b) Fenda vertical que atravessa os blocos devido a impulso da cobertura, c) Fenda ligeiramente diagonal que atravessa os blocos de adobe junto ao cunhal, desligamento dos panos (Fonte: de autor)

As vigas dos tetos que poderiam de alguma forma contrariar este processo, na maioria dos casos tem secção insuficiente ou estão insuficientemente ancoradas nas paredes de fachada.

Quando as paredes saem do plano as infiltrações aumentam e com isso é incrementado o peso próprio das paredes agora humedecidas o que agrava o problema.

5.1.2.4. Desligar dos cunhais

Por efeito de rotação das paredes para fora do plano, surgem patologias como os desligamentos de panos de parede na zona de cunhal ou nas ligações entre paredes transversais interiores ou ainda a separação longitudinal do plano devido à má execução de perpianhos ou travadouros (Figura 61 a).



Figura 61- a) Colapso longitudinal do pano de parede exterior, b) Degradação progressiva do cunhal, c) Desligamento dos panos de parede perpendiculares, (Fonte: Arqº Jorge Mascarenhas e de autor)

5.1.2.5. Degradação das vergas de madeira dos vãos

A degradação das vergas de madeira aplicadas na face interior das paredes, dá-se devido à infiltração de humidade que surge a partir do topo das paredes. Como a madeira é sensível à água, vai perdendo resistência, flete ao longo do tempo acabando por provocar deslocamento dos blocos e consequentemente a degradação dos revestimentos (Figura 62). Numa fase mais adiantada a viga apodrece e entra em colapso.



Figura 62- a) Flexão e degradação da verga de madeira da janela, b) Degradação da verga de madeira e revestimento da face inferior do vão de janela, (Fonte: de autor)

5.1.2.6. Degradação das paredes pelo interior devido à infiltração da humidade

A degradação das paredes das construções em adobe inicia-se quando estas apresentam manchas de humidade, ou sinal de infiltração de água, sendo necessário perceber a causa e intervir de forma rápida.

Com infiltração de humidade no interior das paredes, surgem fendas que afetam não só o pano de blocos de adobe, mas também os seus revestimentos, que podem levar à queda dos rebocos (Figura 63).

A argila quando húmida precipita o ferro (oxidação) quebrando-se muitas das ligações do tipo químico que constituem este material, levando à degradação dos blocos de adobe.

As argilas são silicatos caracterizados por possuir uma estrutura lamelar. Na fração argilosa dos solos muitas vezes estão contidos minerais como carbonatos, feldspatos e quartzo juntos com hidróxidos e óxidos de ferro e alumínio. As ligações da argila são do tipo químico, o que faz, com que a presença de água enfraqueça essas ligações [14].

A argila quando húmida expande, aumentando o seu volume. Por vezes, o reboco é mais afetado que os blocos, fazendo com que a expansão do reboco não seja acompanhada pelo pano o que provoca o seu desligamento.

Por outro lado, a penetração de humidades no interior das construções, associada à falta de ventilação adequada dos espaços, leva a que os sais presentes na constituição dos blocos de adobes e nas argamassas reajam com a água, dando origem à formação de sais de cor esbranquiçada na superfície das paredes. Estes sais, denominados por eflorescências, são exsudações de sais minerais solúveis em água e que estão presentes nos rebocos e nos blocos de adobe. Estes sais ao cristalizarem na superfície das paredes dão origem a manchas esbranquiçadas constituídas por flocos cristalinos que ao longo do tempo vão degradando a superfície da parede. Alguns desses sais são higroscópicos, isto é, dissolvem-se quando a humidade relativa do ar se eleva acima dos 65-75% e cristalizam de novo quando essa humidade baixa. Essa cristalização dá-se com um aumento considerável de volume [21] que afeta a superfície dos blocos de adobe acelerando o seu processo de degradação.



Figura 63- a) Degradação das paredes pelo interior, b) Degradação das paredes pelo exterior, (Asseiceira)
(Fonte: de autor)



Figura 64- Degradação da zona do cunhal devido a proteção insuficiente do beirado (Linhaceira), b) Degradação e destacamento do reboco devido à subida da água por capilaridade (Carril), c) Presença de manchas de humidade por insuficiente proteção do beirado (Carvalhal Pequeno), (Fonte: de autor)

A degradação dos panos de blocos de adobe e dos seus revestimentos está presente na maioria dos casos. Com o empolamento e descolamento dos revestimentos devido a entrada de humidade pelas fissuras, estes deixam as paredes com os blocos de adobe á vista e sujeitos às intempéries, que leva à desagregação e erosão do adobe que por vezes não contém ligante suficiente para resistir a estas exigências (Figura 65).



Figura 65- a) Erosão e degradação dos blocos de adobe por ausência de revestimento, b) Degradação e erosão dos blocos de adobe expostos à água da chuva, c) Degradação dos blocos de adobe devido a ausência de revestimento, (Fonte: de autor)

É importante referir que a fissuração dos rebocos das construções em adobe, também pode ter origem na ação da temperatura devido a radiação solar. Este facto provoca grandes variações higrotérmicas, que fazem com que as paredes constituídas por blocos de terra e

revestimentos de terra (com argila) estejam sujeitas a processos de retração e expansão que levam à fissuração e destacamento dos rebocos (Figura 66a).



Figura 66- a) Fissuração aleatória e destacamento do revestimento, b) Descolamento e empolamento do revestimento, (Fonte: de autor)

Em muitos casos, é também possível registar intervenções inadequadas, em que, em vez de se solucionar um problema, são criados mais problemas, de incompatibilidade de materiais, tal como a aplicação de argamassas de cimento muito fortes (Figura 67). Este tipo de intervenção pode solucionar o problema inicialmente, mas a longo prazo surgem novas patologias associadas ao facto das argamassas de cimento não deixarem as paredes de adobe respirar e serem menos dúcteis, o que afeta a ligação entre o suporte e o revestimento.



Figura 67- Reparação com argamassa de cimento na zona do cunhal e a meio da fachada, b) Reparação com argamassa de cimento, do destacamento de reboco junto ao beirado, (Fonte: de autor)

5.1.2.7. Degradação de tetos

Nas construções em adobe, os tetos são constituídos por estruturas leves de madeira revestidas com acabamento em tábuas finas de madeira ou em estuque. Seja como for, ambas as soluções não apresentam grande resistência quando são sujeitas à presença de água e de cargas impostas pelo peso da queda do telhado, que colapsa para dentro da construção (Figura 68 e 69).

A humidade que entra em contato com os barrotes que constituem o suporte do teto, leva ao apodrecimento destes, principalmente nas zonas de entrega nas paredes de blocos de adobe, fazendo com que a estrutura do teto entre em colapso.



Figura 68- a) Degradação e colapso de teto interior em madeira (Carvalhal Pequeno), b) Colapso do teto e estrutura em madeira (São Pedro), (Fonte: de autor)



Figura 69- Colapso do teto em madeira e respetiva estrutura (Casal da Rosa)

5.1.2.8. Degradação de pavimentos

Em quase todas as construções alvo de estudo, os pavimentos encontravam-se apodrecidos e em avançado grau de degradação. Depois do colapso da cobertura para dentro do edifício a entrada da água é inevitável e leva à degradação dos pavimentos constituídos por elementos de madeira. Também a falta de ventilação pela parte inferior do pavimento aumenta a probabilidade de surgirem fungos que apodrecem os elementos de madeira (Figura 70).



Figura 70- a) Degradação e apodrecimento do pavimento em madeira (Charneca de Peralva), b) Degradação e apodrecimento do pavimento em madeira (São Pedro), (Fonte: de autor)

5.1.3. Degradação devido à ascensão capilar

A insuficiente proteção dos beirados associada à falta de limpeza e remoção de vegetação junto à construção, leva a que a água se acumule no solo próximo das paredes. Com o tempo, o contato da humidade com a base das paredes dá origem à ascensão capilar.

Este fenómeno consiste na subida progressiva e penetração de humidades no interior das paredes, que como consequência, numa fase inicial leva à degradação do reboco e posteriormente dos blocos de adobe (Figura 71).

Pelo interior esta degradação acentua-se se o edifício não for ventilado com regularidade.



Figura 71- a) Erosão e degradação do reboco e suporte na face inferior da parede, b) Degradação da parede junto à porta exterior, c) Destacamento do revestimento e degradação dos blocos de adobe por ação da humidade, (Fonte: de autor)

5.1.4. Degradação devido à insuficiente proteção dos beirados

Uma das características construtivas que tem influência a degradação dos revestimentos e dos panos de adobe é o facto de os beirados terem por vezes comprimentos insuficientes, não afastando o escoamento das águas do telhado das paredes. Em alguns casos a água infiltra-se logo pela face superior da parede onde assenta do beirado, degradando o revestimento e posteriormente os blocos de adobe (Figura 72).

Noutros casos, a água ao bater no solo demasiado próximo das paredes ressalta molhando-as, o que afeta os revestimentos degradando-os ao longo do tempo.



Figura 72- a) Degradação do revestimento e do pano de blocos de adobe devido a proteção insuficiente do beirado, (Carvalhal Pequeno), c) Degradação do revestimento devido a proteção insuficiente do beirado (Charneca de Peralva) (Fonte: de autor)

5.1.5. Degradação por assentamento diferenciais

Os assentamentos diferenciais das fundações podem produzir efeitos negativos sobre a estrutura da construção. Embora, a fundação seja resistente por ser constituída por alvenaria de pedra, com o passar do tempo e com as variações do nível freático dos terrenos, esta vai perdendo coesão, dando origem a movimentos e assentamentos que provocam danos quase irreversíveis nas paredes como fendas na alvenaria de adobe e nos seus revestimentos (Figura 73). Por outro lado, o facto destas construções se concentrarem, junto às estradas, o aumento do tráfego bem como, novas construções adjacentes, geram novos assentamentos no solo que afetam a fundação dos edifícios. A própria drenagem da estrada pode afetar o escoamento das águas.

Quando era construído um edifício em terra procurava-se fazer-lo onde o solo fosse um pouco mais elevado. Com as intervenções ao longo do tempo sobre o pavimento das estradas, estas vão ficando mais altas em relação à cota de soleira das construções, o que faz com que as águas se acumulem junto das construções.

Os assentamentos das fundações podem ocorrer logo após a conclusão do edifício ou ao longo dos anos de vida deste, e com isto as fendas vão aumentando de espessura.

Em alguns casos, como aberturas demasiado próximas dos cunhais ou paredes muito compridas, tem influência no aparecimento de patologias relacionadas com os assentamentos diferenciais das fundações.



Figura 73- a) Fendas verticais e diagonais na parede de empena, b) Fissura vertical que atravessa os blocos junto ao cunhal, c) Fissuras junto ao vão da janela, (Fonte: de autor)

5.1.6. Acrescentos posteriores

As construções em adobe estudadas não apresentam muitas divisões e estas eram de dimensão reduzida. Tendo em conta estes fatores era usual existirem acrescentos quando as famílias aumentavam.

No entanto, por vezes, estes acrescentos posteriores não eram bem executados pois era difícil resolver os problemas que surgiam a nível de ligação entre as paredes existentes e as novas. Com o passar do tempo, as construções sofriam assentamentos que levavam a que não houvesse um equilíbrio entre ambas as partes da construção (construção antiga e acrescento).

Estes acrescentos poderiam ser ou não executados com o mesmo material (Figura 74) que constituía a construção original. Nos casos em que não eram realizados com o mesmo material, a falta de compatibilidade poderia estar também na origem das patologias presentes nestes casos.



Figura 74- Separação com acrescento em tijolo cerâmico maciço, b) Fenda vertical na zona de acrescento posterior, (Fonte: de autor)

5.2 Possível vulnerabilidade à ação sísmica

Em Portugal, o risco de ocorrência de um sismo de grande magnitude é elevado. O poder desta calamidade natural é devastador como foi demonstrado nos sismos de 1755.

Sempre que ocorrem sismos na bacia do Mediterrâneo chegam-nos imagens de construções em terra com graves danos.

As construções em terra são vulneráveis aos sismos pela existência de paramentos construídos com um material de grande densidade (elevado peso) e, por outro lado, este material possuir uma fraca resistência ao corte e à tração. Assim, as ações horizontais dos sismos podem provocar forças de inércia elevadas, nas paredes de terra maciças, e que, em simultâneo, pode gerar um comportamento quebradiço destes elementos, que pode ocorrer “sem aviso”.

Globalmente a capacidade de resistência destas construções ao sismo depende dos seguintes fatores:

a) Da geometria global da construção

- número de pisos – que no caso das construções em estudo são mais seguras por possuírem apenas um piso;
- a extensão em altura das paredes – neste caso apenas as empenas laterais assumem uma grande altura;
- a extensão em comprimento – neste caso as paredes não são extensas;
- o travamento da construção através de paredes interiores – neste caso existem paredes de travamento.

b) Forma de construção dos panos de adobe

- espessura e travamento dos aparelhos com perpianos;
- travamento dos cunhais.

c) Qualidade da construção

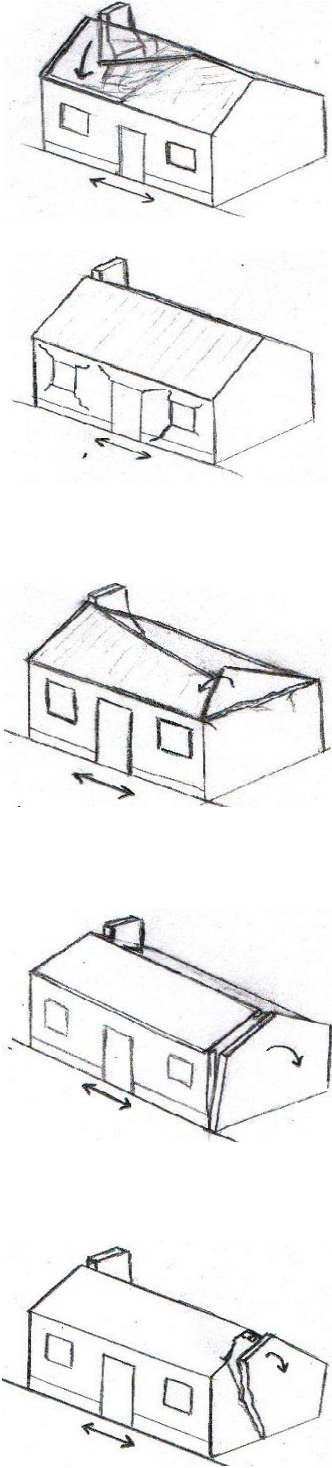
- propriedades mecânicas dos blocos (em especial a sua coesão);
- propriedades mecânicas das argamassas das juntas horizontais e verticais.

d) Do estado de manutenção da construção

- por exemplo em zonas da construção em que a terra esteja húmida, estas serão muito mais frágeis às solicitações.

Nos quadros seguintes estão representados alguns aspetos que podem tornar as construções em adobe, vulneráveis perante a ocorrência de um eventual sismo.

Tabela 2- Vulnerabilidade sísmica com direção das forças do abalo paralela as fachadas com vãos, (Fonte: de autor)

Direção das forças do abalo paralela as fachadas com vãos	
<ul style="list-style-type: none"> - Queda da viga de cumeeira por falta de apoio; - Fendas na diagonal a partir dos cantos dos vãos (forças no plano das fachadas); - Quebra da empena para o interior; <ul style="list-style-type: none"> ↳ Viga de cumeeira frágil; ↳ Solidez a estrutura do teto interior (rotação sobre o teto); ↳ Parede interior longitudinal com altura insuficiente. - Queda da parede de empena para o exterior; <ul style="list-style-type: none"> ↳ Mau travamento da parede interior longitudinal; ↳ Cunhal bem travado; 	

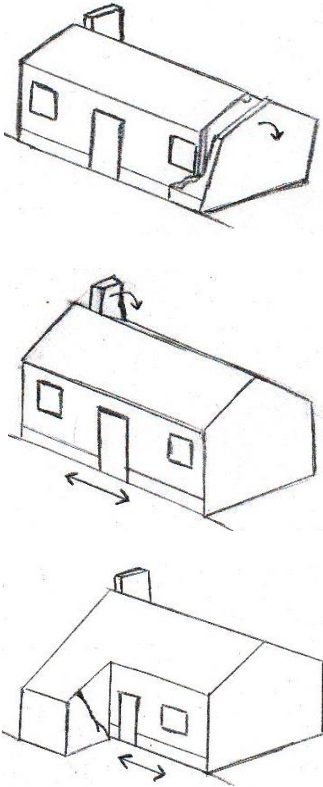
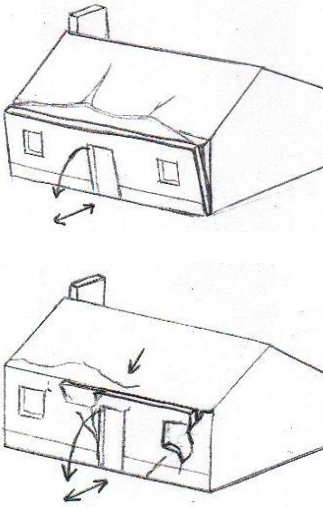
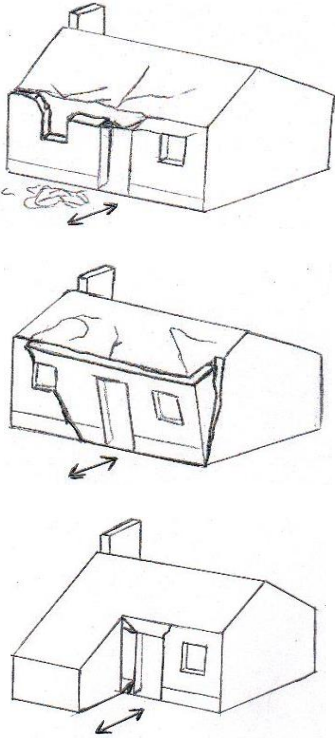
<p>↳ Fenda dentada (blocos de boa qualidade e juntas frágeis).</p> <p>- Queda da chaminé; ↳ Faces maiores perpendiculares às forças do abalo (surge após a quebra do prumo que sustenta o apanha fumos).</p> <p>- Conflito com acrescentos posteriores.</p>	
---	---

Tabela 3- Vulnerabilidade sísmica com direção das forças do abalo perpendicular as fachadas com vãos,
(Fonte: de autor)

Direção das forças do abalo perpendicular as fachadas com vãos	
<p>- Desligamento e derrube da fachada; ↳ Devido a impulso do telhado; ↳ Cunhal mal travado.</p> <p>- Derrube da fachada com fendas encurvadas; ↳ Zonas extensas sem travamento interior.</p>	

<ul style="list-style-type: none">- Queda do topo da fachada; ↳ Má distribuição das cargas do telhado sobre a fachada;- Derrube da fachada e parte da empena;- Dano provocado por acréscimo demasiado rígido.	
---	--

Deste modo, é importante antes de qualquer intervenção neste tipo de construção, realizar uma avaliação prévia da segurança estrutural dos edifícios, de modo, a identificar as fragilidades e as suas origens para que se possa intervir da melhor forma.

Embora não se possam aplicar os regulamentos para as construções novas a este tipo de construção, pois pode levar a uma perda de autenticidade deste património arquitetónico, é possível e existe uma série de ensaios que podem ser realizados sobre as estruturas existentes e respetivos materiais permitindo, assim, realizar uma avaliação completa e acertada dos elementos que constituem este tipo de construção.

5.2. Propostas de soluções construtivas de reabilitação

A necessidade de reabilitação das construções em adobe é cada vez maior e tem suscitado algum interesse por parte de entidades que trabalham em processos de caracterização destes tipos de construção.

Tendo em conta o estado de conservação das construções em adobe observadas, este subcapítulo tem como objetivo apresentar algumas soluções construtivas de reabilitação.

Estas soluções têm em conta aspetos de compatibilidade de materiais e sistemas construtivos, procurando sempre intervenções pouco intrusivas. Também, a reversibilidade das intervenções a adotar é um aspeto importante.

As intervenções de reabilitação das construções em adobe, devem ser previamente planeadas e estudadas de modo a que seja possível recolher o máximo de informação relacionada não só com a forma de construção e materiais empregues, mas também alguma informação histórica da construção.

Na verdade devia-se cumprir as etapas identificadas a seguir, mas a escassez de tempo não o permitiu:

- 1) Anamnese – estudo prévio da história do edifício que permite a recolha de dados que possam ser relevantes para a fase de intervenção;
- 2) Diagnóstico – permite estudar as causas das patologias e a segurança estrutural através de ensaios laboratoriais “ou in situ”;
- 3) Intervenção – fase de execução dos trabalhos necessários para a reabilitação do edifício [1].

É de referir que as construções onde se identificaram as patologias são construções muito simples de carácter rústico, na maioria localizada em meio rural, com tipologias e formas de construção muito semelhantes, o que faz com que não se justifiquem soluções de reabilitação muito complexas.

Nestas circunstâncias, as soluções de reabilitação apresentadas são intervenções simples, pouco intrusivas e económicas, que tentam manter a autenticidade dos imóveis.

5.2.1. Reforço e reabilitação de elementos construtivos

5.2.1.1. Fundações

Em geral, as fundações e a base das paredes dos edifícios em adobe eram executadas em alvenaria de pedra, pouco porosas e resistentes à erosão, assumindo-se como sapatas contínuas, prolongando-se acima do solo num soco que dá seguimento às paredes resistentes de blocos de adobe. As técnicas que mais se aplicam no reforço de fundações, tem como objetivo resolver problemas que surgem ao nível da fundação, tais como, perda de material e desagregações que ao longo do tempo podem causar danos maiores ao nível das paredes.

Muitos destes problemas surgem devido à ação das águas subterrâneas, que ao entrarem em contato com a alvenaria de pedra que constitui a fundação fazendo uma lavagem que arrasta os elementos mais finos presentes na alvenaria e solo, levando a que surjam vazios que provocam movimentos nas fundações.

As soluções mais vulgares de melhoramento do solo consistem na injeção do terreno, geralmente com caldas cimentícias, para melhorar a capacidade resistente do solo.

Para reforço das fundações, existem técnicas como o confinamento lateral, recalçamento e alargamento da base da fundação, reforço com recurso a micro-estacas, entre outras soluções. No entanto, tendo em conta o facto de que para este tipo de construção se pretendem soluções pouco intrusivas, o reforço com uma viga de betão exterior com penetrações pontuais na alvenaria de pedra (Figura 75), é uma solução simples que permite aumentar a resistência do edifício quando sujeito assentamentos diferenciais.

Esta solução consiste na abertura de uma vala em redor da fundação contínua do edifício, junto à parede exterior. Na perpendicular, são executadas valas que atravessam a fundação e permitem fazer a ligação à viga perimetral. As vigas são executadas em betão armado e fazem o reforço das fundações, mantendo o equilíbrio do edifício.

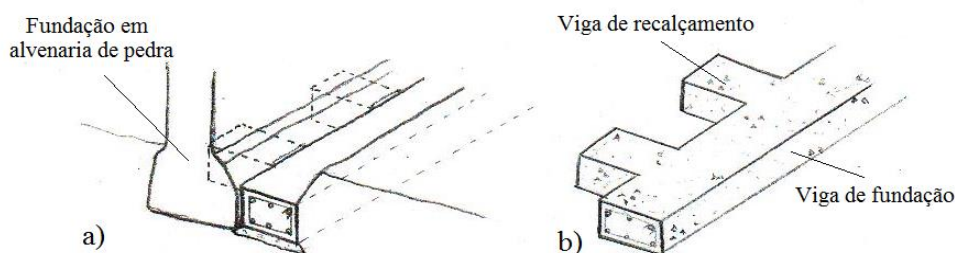


Figura 75- Reforço exterior da fundação com viga de fundação em betão armado, a) Pormenor do atravessamento das vigas perpendiculares, b) Pormenor da viga de fundação, (Fonte: de autor)

O fundo das valas deve ser coberto com uma camada de betão de limpeza, para evitar o contacto direto da base das vigas com o solo e também funcionar como camada impermeabilizante contra a humidade ascensional. Todo o conjunto é armado e betonado posteriormente.

5.2.1.2. Paredes

As patologias mais frequentes resumem-se a fendas verticais ou diagonais ao longo das paredes com frequência na zona dos cunhais, resultantes de tensões de compressão ou assentamentos que ultrapassam a capacidade resistente dos materiais ou devido a impulsos por parte da cobertura, que consequentemente, também levam a que surjam destacamentos ou deformações dos elementos que constituem as paredes de adobe (revestimentos e blocos de adobe).

Em muitos casos é visível a introdução de acrescentos posteriores à construção original, executados com blocos de adobe mas com um aparelho diferente ou, em alguns casos, executados com outros materiais mais rígidos como o tijolo cerâmico.

A solução de reabilitação proposta para resolver o problema das fendas que surgem nas paredes de adobe passa pela reparação com recurso a “costuras” com alvenaria de tijolo lambaz armada com rede metálica ou de fibra de vidro.

A reparação de fendas com recurso a “costuras” de alvenaria de tijolo lambaz consiste na execução de abertura em forma “U” na zona da fenda, de modo a atravessar as duas extremidades da fenda (Figura 76 e 77). A abertura retangular deve atingir uma profundidade de cerca de 1/3 da espessura da parede e deve garantir uma altura em que seja possível assentar no mínimo 3 fiadas de tijolo, consoante o estado da fenda. Esta abertura deve ser devidamente limpa de modo a remover todas as partículas soltas, mas com o cuidado de não danificar os blocos de adobe existentes. De seguida, aplica-se uma rede metálica (metal distendido) ou rede de fibra de vidro embebida na argamassa a forrar o interior da abertura, sendo assentes à frente os tijolos com argamassa de cal hidráulica e areia.

Depois de preenchida a abertura, a superfície do pano de tijolos pode ser reforçada com rede de fibra de vidro que é embebida no reboco. Consoante o comprimento da fenda, este processo pode ser repetido ao longo desta, espaçados entre si na vertical cerca de 30cm

e 50cm. Nos casos em que a fenda surge em ambos os lados da parede, a intervenção deve ser feita em ambos os lados de forma intercalar.

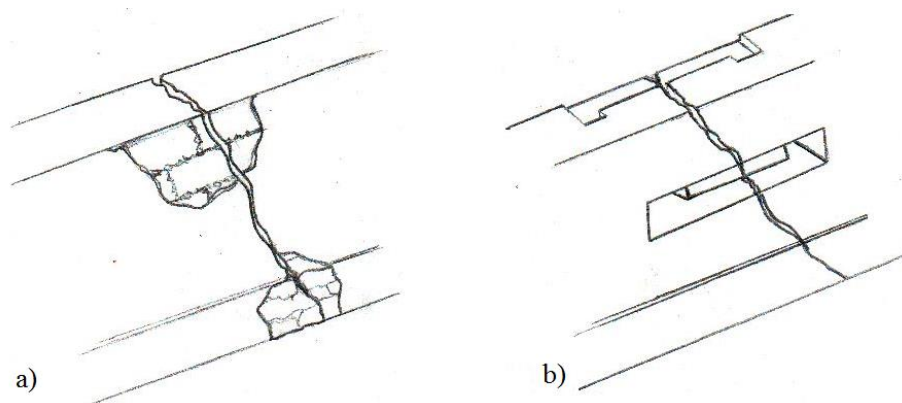


Figura 76- a) Fenda diagonal que atravessa o pano de bloco de adobe, b) Abertura em "U" pelo exterior e interior para reforço com alvenaria de tijolo lambaz, (Fonte: de autor)

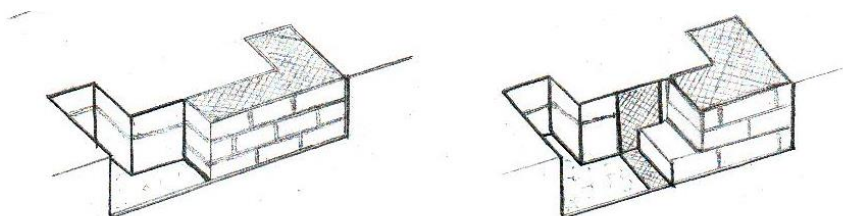


Figura 77- Pormenor de reforço com recurso a "costura" com alvenaria de tijolo lambaz reforçada com rede de metal, (Fonte: de autor)

Nos casos em que as fendas surgem junto aos cunhais, a solução é semelhante à anterior, com a diferença da introdução de varões de aço roscados (Figura 78). Antes da aplicação do tijolo lambaz, introduzem-se os varões pontualmente em zonas previamente assinaladas. Estes elementos devem ser introduzidos na parede por aperto de modo a atravessar os dois panos de parede ortogonais. Por forma a contrariar os efeitos de punçoamento que podem surgir na extremidade de ancoragem, devem ser aplicadas placas de aço, o que pode tornar esta solução intrusiva a nível estético mas eficaz no melhoramento da ligação dos cunhais. É de salientar que durante estes trabalhos de reparação, as paredes devem ser previamente escoradas.

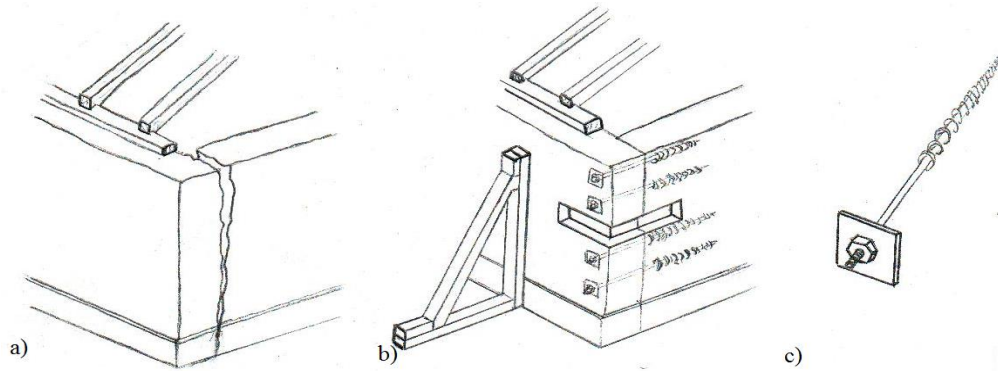


Figura 78- a) Fenda vertical junto ao cunhal, b) Reparação e reforço com recurso a varões de aço roscados, c) Pormenor de varão de aço roscado com placa de ancoragem, (Fonte: de autor)

Outra solução de reforço das paredes de adobe na zona do cunhal, passa pela intervenção no interior, com recurso a cantoneiras em perfil de aço fixas nas duas faces das paredes ortogonais através de varões roscados ancorados pelos exterior como mostra a figura seguinte.

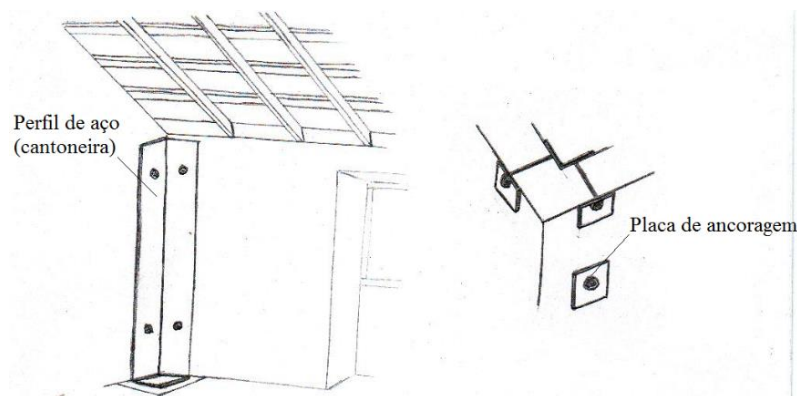


Figura 79- Solução de reforço do cunhal, com ligação de paredes ortogonais com perfil de aço, (Fonte: de autor)

Também associado às patologias presentes nestes elementos, está a degradação por capilaridade que surge a partir do soco em alvenaria de pedra e que se expande ao pano de adobe. A ausência de impermeabilização em redor da construção pelo exterior e a deficiente drenagem das águas que surgem junto às paredes do edifício são dois fatores que contribuem para a degradação precoce dos revestimentos e dos blocos de adobe que compõem as paredes.

Seguindo uma das imposições do RGEU relativamente às construções novas, a solução inicial passa pela impermeabilização de uma faixa do pavimento, no mínimo um

metro de largura, em todo o perímetro exterior do edifício. Com isto evita-se as infiltrações das águas da chuva no solo junto às paredes.

Para resolver o problema das águas que surgem ao nível do solo, provenientes de drenagens insuficientes e escoamentos com inclinações desadequadas, a solução passa pela criação de um sistema de drenagem periférica, adjacente à faixa de pavimento impermeabilizada. Posteriormente executa-se um lancil, que funcionará como barreira às águas provenientes, por exemplo, das estradas (Figura 80).

Os trabalhos começam pela execução de valas paralelas à fundação afastadas no mínimo um metro do edifício. O fundo das valas deve ser regularizado com uma camada de areia de baixa granulometria para servir de apoio ao tubo de drenagem. O tubo de drenagem pode ser de betão furado ou de plástico corrugado também com furos. De forma que os finos do terreno não sejam arrastados para o interior do tubo de drenagem, o tubo de drenagem e o material de enchimento (brita ou seixos) devem ser envolvidos pela manta de geotêxtil.

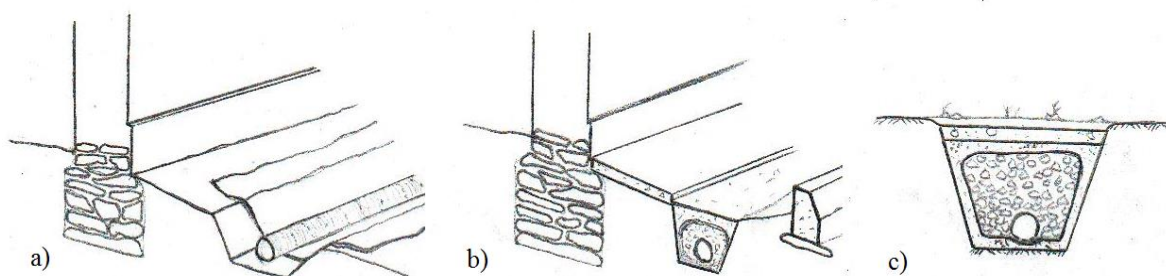


Figura 80- a) Abertura de vala para aplicação de manta geotêxtil e tubo de drenagem, b) Pormenor construtivo da solução de drenagem de águas, c) Pormenor construtivo em corte do sistema de drenagem das águas, (Fonte: de autor)

Para possibilitar a manutenção do sistema, nos extremos das fachadas devem existir caixas de visita. O sistema de drenagem deve ser ligado a uma fossa ou rede de esgotos pluviais. Por último, procede-se à pavimentação da zona perimetral do edifício numa faixa no mínimo um metro com uma argamassa de cal hidráulica.

Quanto as paredes que se mantêm em razoável estado de conservação, mas que no entanto, possam apresentar alguns problemas de instabilidade em caso de sismo, como colapsar para fora do plano, podem ser aplicados contrafortes pelo exterior (Figura 81a). Esta é uma solução tradicional de reforço que permite melhorar o comportamento geral do edifício dando maior rigidez a estrutura global. Os contrafortes podem ser executados com

blocos de adobe ou alvenaria de pedra ou tijolo ligados as alvenarias existentes através de varões roscados.

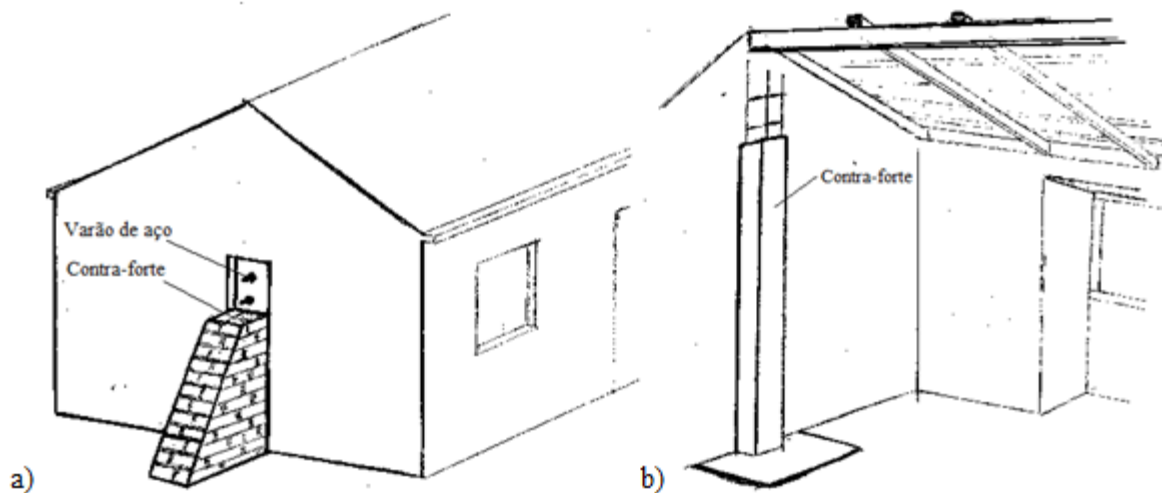


Figura 81- a) Reforço de parede de empena com contra-forte pelo exterior, b) Reforço de parede de empena com contra-forte de betão armado pelo interior, (Fonte: de autor)

5.2.1.3. Cobertura

A intervenção sobre a cobertura pode envolver simplesmente a substituição do revestimento superficial com a renovação das telhas, ou dependendo do estado da estrutura, pode ser necessário a substituição total desta.

Optar pelo tratamento curativo dos elementos de madeira que constituem a cobertura só se torna rentável se a estrutura existente apresentar condições para tal. Deste modo, numa fase inicial deve ser feita uma análise para determinar a profundidade do ataque nos elementos de madeira. Depois é necessário remover e limpar as zonas afetadas.

Com um berbequim, são executados furos nos elementos afetados, para determinar a profundidade do ataque. A madeira afetada é removida, e as zonas a tratar são colmatadas com resina epóxi ou, o equivalente, em madeira tratada. Nas zonas não tratadas, é injetado um produto curativo de modo a tratar a madeira (Figura 82).

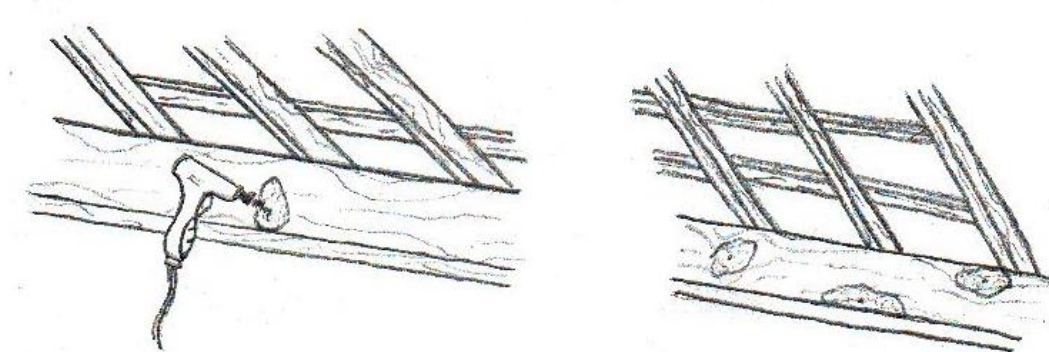


Figura 82- Tratamento curativo dos elementos de madeira que constituem a cobertura, (Fonte: de autor)

Caso seja necessário opta-se por aplicar novos elementos de secção equivalente de madeira tratada, ou resina epóxi injetada para tratar fendas. Os novos elementos a aplicar, podem ser fixos com braçadeiras.

Pode-se optar também por soluções como empalme das peças de madeira com peças iguais, de madeira tratada (Figura 83 e 84). Às peças que apresentem fletidas devido a secção insuficiente, pode-se geminar um perfil enformado a frio para aumentar a capacidade resistente. Se houver necessidade de substituir toda a estrutura, deve adotar-se o mesmo sistema com madeira igual (mesma dimensão) mas tratada ou até optar-se por uma solução mista (metal e madeira) por forma a aligeirar as cargas sobre as paredes.

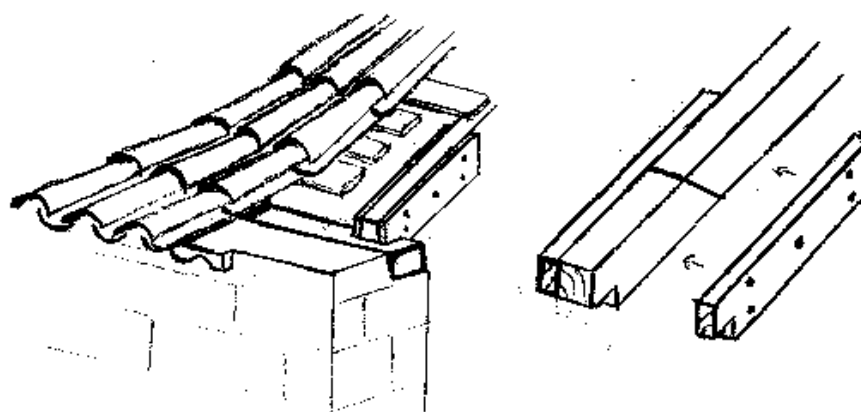


Figura 83- Empalme de elemento de madeira nas faces laterais com peças de secção semelhante de madeira tratada, (Fonte: de autor)

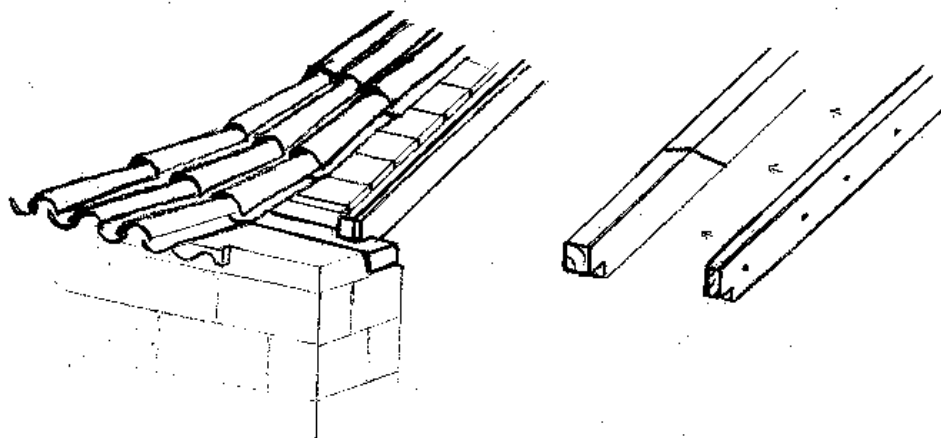


Figura 84- Empalme de elemento de madeira numa das faces laterais com peça de secção semelhante de madeira tratada, (Fonte: de autor)

Também é importante o tratamento com inseticida dos elementos de madeira a manter, para isso, a solução consiste na injeção de inseticida oleoso (creosoto de alcatrão da hulha, creosoto de madeira, creosoto de lignito ou creosoto fortificado) através de furos previamente executados nos elementos de madeira a tratar. O tratamento é terminado após alguns dias, pulverizando ou pintando os elementos tratados com um protetor oleoso.

Para melhorar a impermeabilidade da cobertura e ao mesmo tempo aumentar a rigidez da estrutura, a utilização do sistema de subtelhas tem grande vantagem. O sistema evita a entrada de água para o interior durante os temporais, permitindo, também a ventilação do desvão da cobertura. Existe uma variedade de perfis que se adequam a qualquer tipo de telha, que neste caso devem ter a ondulação indicada para a telha canudo. Esta solução permite também a aplicação de isolamento térmico.

A limpeza das telhas permite, também avaliar o seu estado de conservação e, caso apresentem um grau de degradação muito alto devem ser substituídas por telhas novas (aba e canudo) ou do mesmo tipo (telha canudo). A telha canudo apresenta uma boa secção o que proporciona uma velocidade de escoamento constante e ao mesmo tempo capacidade de autolimpeza, aspetos que fazem com que seja preferível a sua aplicação, para além de ajudar a manter a traça original.

A chapa de subtelha deve ser executada sobre a malha secundária de ripas de madeira, fixas pontualmente por parafusos auto roscantes tratados contra a corrosão (Figura 85).

Durante a aplicação destes elementos devem ser tidos em conta os comprimentos mínimos de sobreposição das chapas subtelha indicados pelo fabricante bem como o nivelamento destas.

Sobre estas chapas de subtelha são aplicadas as telhas tradicionais do tipo canudo ajustadas à ondulação das chapas. Nos casos em que o telhado apresente uma pendente considerável e muito exposta a ventos, deve-se optar por aramar a telha com grampos.

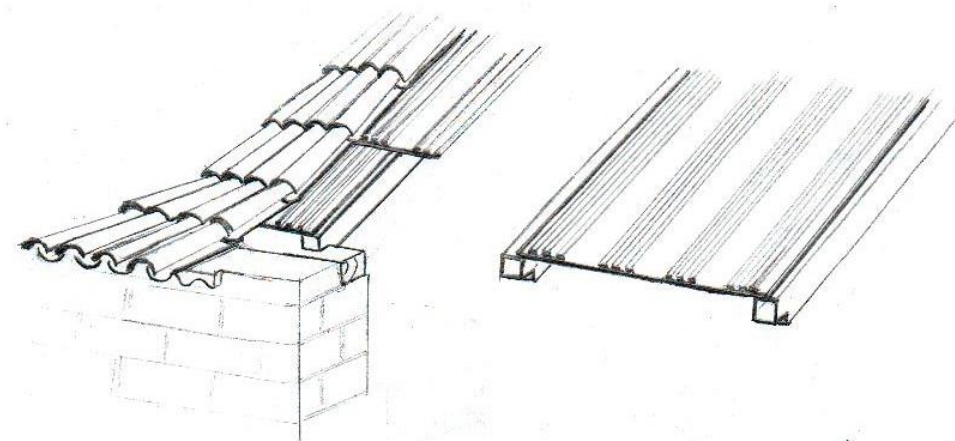


Figura 85- Reforço do telhado com aplicação do sistema de subtelha em conjunto com telha canudo com revestimento, (Fonte: de autor)

Nas zonas de entrega das vigas secundárias sobre a parede de blocos de adobe, em que existe esmagamento do adobe, torna-se necessário intervir, reforçando e substituindo as zonas degradadas por elementos mais resistentes (tijolo lambaz) (Figura 86). Esta solução permite uma entrega mais resistente e uma melhor distribuição das cargas.

Os trabalhos, devem ter começar pelo escoramento provisório das vigas através de prumos, para que seja possível proceder à limpeza e remoção do material degradado, criando uma abertura retangular e com uma base regular para receber a alvenaria de tijolo lambaz. Os tijolos devem ser assentes com argamassa de areia e cal hidráulica até atingirem a cota pretendida para voltar a apoiar a viga do frechal.

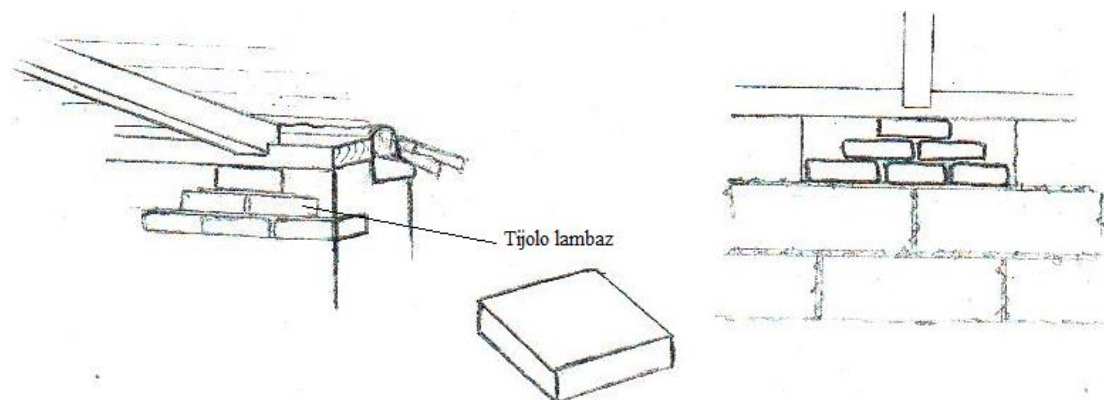


Figura 86- Reforço e substituição do material degradado por alvenaria de tijolo lambaz nas zonas de apoio das vigas de cobertura, (Fonte: de autor)

Para melhorar o comportamento das paredes em relação aos impulsos para fora do plano pode-se recorrer a aplicação de tirantes entre as paredes das fachadas opostas (Figura 87).

Os tirantes são constituídos por barras de aço fixadas nas duas faces e fixadas por parafusos auto roscantes nas zonas de apoio das vigas da cobertura. Estes elementos podem ser fixados nas extremidades por braçadeiras que fazem a ligação ao freixal (madeira ou perfil metálico) disposto sobre a parede de fachada ou apenas ancorados diretamente nestas paredes. Nas extremidades dos varões são introduzidos esticadores que depois são postos em tensão através de um parafuso central de dupla rosca.

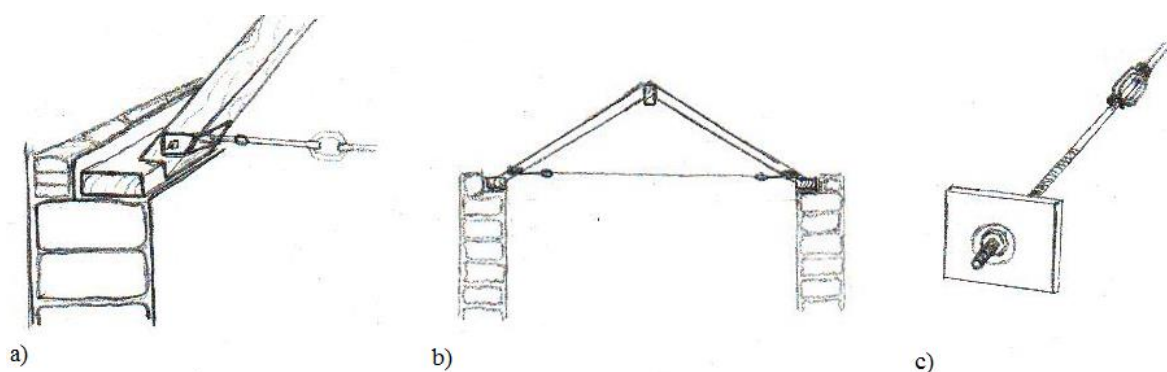


Figura 87- a) Pormenor de ligação dos tirantes com braçadeira na zona do freixal, b) Disposição dos tirantes ao nível do teto, c) Pormenor de tirante com placa de ancoragem para ligação nas paredes, (Fonte: de autor)

5.2.1.4. Caixilharias

As caixilharias existentes neste tipo de construção é em madeira com vidro simples. Apesar de algumas ainda se apresentarem em razoável estado de conservação, a solução para estes elementos consiste na substituição integral das caixilharias por novos elementos, semelhantes (sistema de abertura, material, secção) de madeira tratada, prontos a pintar e com um caixilho preparado para a aplicação de vidro duplo. Com isto, pretende-se intervir, tendo em conta o conforto a nível térmico e acústico que é muito importante nos dias de hoje.

Porém, antes da aplicação das novas caixilharias, é necessário intervir nos elementos que constituem os vãos (ombreiras, vergas, pano de peito, etc.). As vergas de madeira aplicadas pelo interior são os elementos mais afetados e onde surgem patologias como o apodrecimento e degradação por ação da humidade proveniente de infiltrações de humidades.

A reparação por reforço ou substituição destes elementos requer um escoramento provisório antes de qualquer intervenção. Nos casos em que os elementos de madeira se apresentam em boas condições procede-se ao seu tratamento para posteriormente proceder ao seu reforço se necessário. O reforço consiste na aplicação de dois perfis de aço enformado a frio em ambos os lados da verga (Figura 88). Os perfis podem ser fixos com resina epóxi e parafusos para melhorar a ligação entre os dois materiais diferentes.

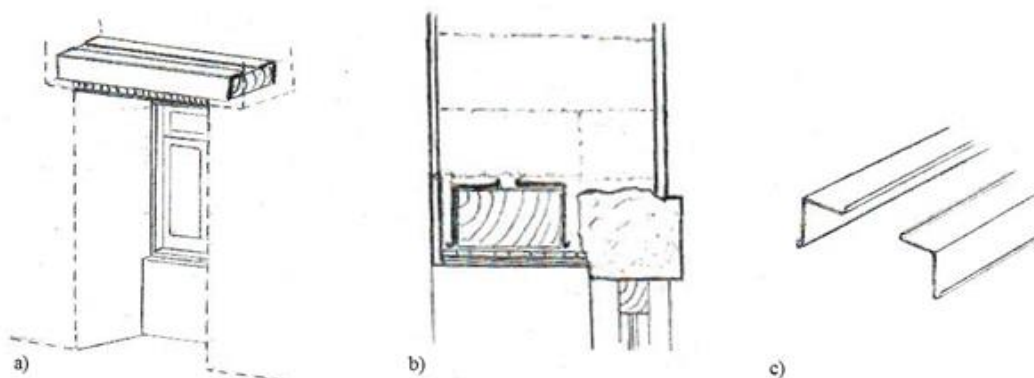


Figura 88- Pormenor de reforço da verga de madeira pelo interior, b) Pormenor construtivo de aplicação dos perfil de aço, c) Perfis de aço enformado a frio, (Fonte: de autor)

Nos casos em que se opta por substituir a verga de madeira, deve recorrer-se a peças semelhantes, do mesmo material, mesma secção e devidamente tratadas.

5.2.1.5. Pavimentos

O material utilizado nos pavimentos das construções em adobe é a madeira, num sistema de vigas em tarugo, onde é pregado um revestimento de tábuas de madeira, deixando uma caixa-de-ar entre o pavimento de madeira e o solo. Uma das principais causas da degradação destes pavimentos é a falta de ventilação da caixa-de-ar.

O aumento do nível de humidade que vai surgindo ao longo do tempo junto ao solo, proporciona um ambiente favorável ao ataque de fungos e insetos, que são a principal causa de danos. Também, como origem de degradação dos pavimentos em madeira está a sua exposição à presença de água da chuva quando a cobertura entra em colapso.

Na reabilitação de elementos de madeira, é importante que estes não apresentem defeitos que possam afetar o seu desempenho depois de aplicados. Segundo o Arquiteto Jorge Mascarenhas, as madeiras a empregar, para além de estarem devidamente tratadas, “devem estar isentas de defeitos e anomalias (nós, empenos, fendas, fibra torcida, podridões e inexistência de carunchos, fungos, térmitas, nós apodrecidos, etc.)”.

Nos casos em que se pretende tratar os elementos existentes contra podridões deve-se usar um inseticida de alta impregnação e posteriormente proteger as superfícies dos elementos tratados com vernizes.

A ventilação da caixa-de-ar do pavimento é importante para manter os elementos de madeira secos e livres de fungos e insetos. Deste modo a ventilação pode ser assegurada através da introdução de aberturas com grelhas ao nível do soco, permitindo a circulação de ar (Figura 89).

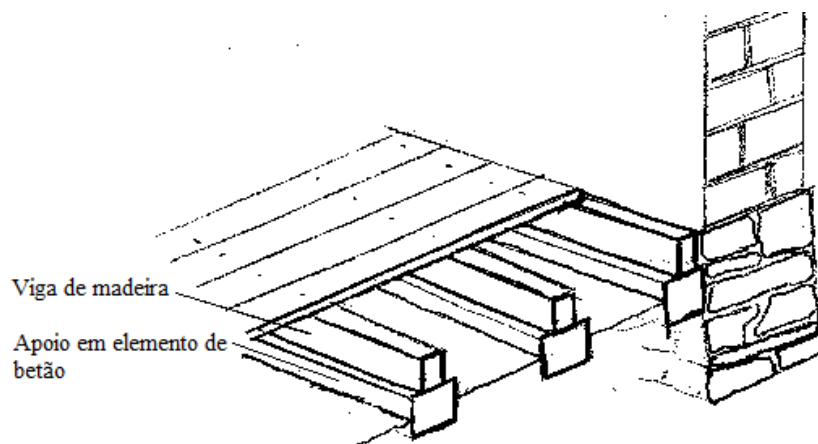


Figura 89- Reforço de pavimento interior em madeira, com introdução de elemento de betão para apoio das vigas de madeira, (Fonte: de autor)

Como já foi referido no ponto 4.4.10. as cozinhas são constituídas por pavimentos em lajetas de pedra ou em terra batida. Nestes casos as patologias surgem ao nível do pavimento através de deformações e desagregação do material por desgaste.

A intervenção nestes casos passa por escavar cerca de 30cm abaixo do nível definitivo do pavimento. A base do pavimento é regularizada com uma camada de brita para drenar eventuais humidades. Sobre a brita é colocada uma tela de polipropileno para evitar o aparecimento de humidades. Para que a tela de polipropileno não seja danificada pela brita pode-se interpor uma manta de geotêxtil. Em seguida, é executada uma betonilha armada. O revestimento consiste em aplicar uma argamassa de cal hidráulica e areia onde são assentes as lajetas de pedra (Figura 90). A superfície deve ser regada para deixar as pedras limpas.

Por fim, dá-se uma aguada de cal hidráulica para deixar as juntas preenchidas. Após esta tarefa procede-se à escovagem da superfície das lajetas de pedra. Esta solução pode ser eficaz mas a longo prazo irá aumentar o efeito de capilaridade nas paredes por se tornar demasiado impermeável.

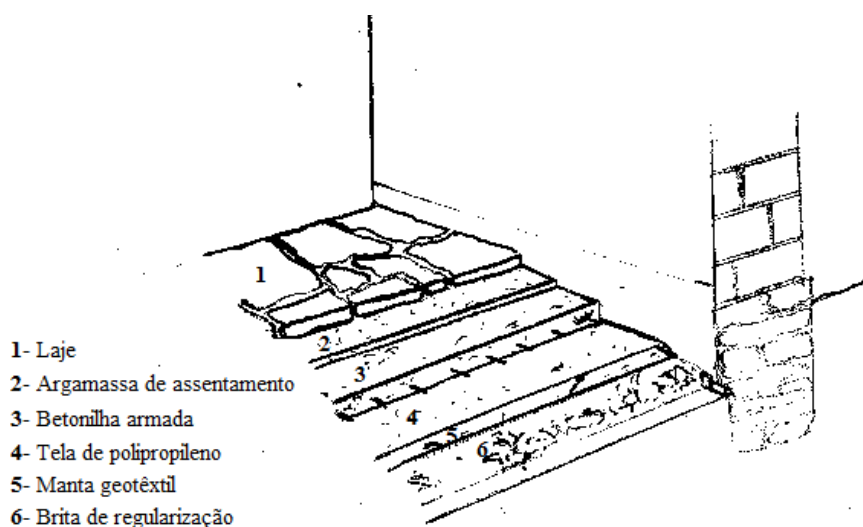


Figura 90- Reabilitação e reforço de pavimento interior com acabamento em lajeta de pedra, (Fonte: de autor)

5.2.1.6. Isolamento térmico

O comportamento térmico é hoje em dia um requisito importante para os edifícios novos ou edifícios que sejam alvo de reabilitação. A parede tradicional de blocos de adobe em consequência da sua espessura e massa apresentam uma elevada inércia térmica

revelando-se com um bom comportamento térmico, em que nas horas de maior calor as casas mantêm-se frescas no interior, só aquecendo ao final do dia/noite, mas com a simples abertura de janelas durante a noite era fácil refrescar o ambiente dentro de casa.

Tendo esta vantagem, não se justificaria a aplicação de isolamento nas paredes, pois iria anular o comportamento de inércia térmica da parede tradicional de blocos de adobe, formando, uma barreira que não permitiria a troca de ar entre o exterior e o interior. No entanto, caso se justifique, deve ser considerada a solução de aplicação de placas de isolamento térmico (xps, aglomerado negro de cortiça) pelo interior ou pelo exterior (Figura 91).

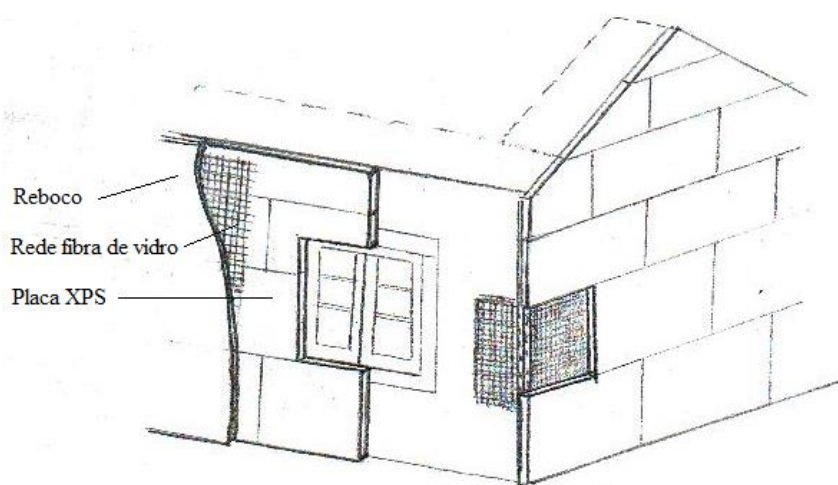


Figura 91- Isolamento térmico pelo exterior com execução de sistema tipo ETIC's, (Fonte: de autor)

Relativamente às caixilharias para melhorar o isolamento térmico, para além de se introduzir vidro duplo deve-se introduzir portadas exteriores ou interiores fixas diretamente nas ombreiras, construídas em madeira formando um painel sandwich com isolamento térmico, criando, assim, uma caixa-de-ar entre a janela e a portada.

A intervenção sobre a cobertura consiste na colocação entre as vigas de uma manta de lã mineral com 5cm no mínimo, de modo a cobrir todos os pontos (Figura 92). As mantas podem ser fixas com uma rede de capoeira.

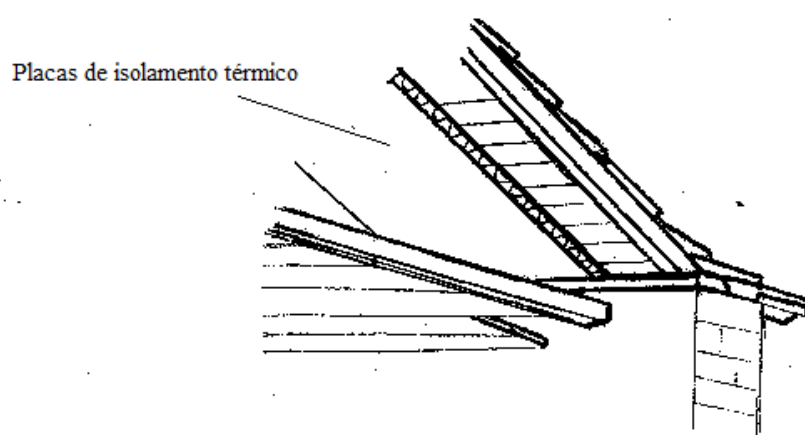


Figura 92- Isolamento térmico do desvão da cobertura com aplicação de placas de isolamento XPS fixas aos elementos de madeira, (Fonte: de autor)

5.2.1.7. Instalações sanitárias

As construções em adobe estudadas na maioria dos casos não possuem instalações sanitárias no seu interior, possuindo apenas uma retrete no exterior da habitação. Tendo em conta as exigências de condições de higiene e salubridade das habitações torna-se necessário munir as habitações de um espaço destinado às instalações sanitárias. Para tal, é importante, analisar os espaços das habitações, de modo, a perceber qual a melhor solução a adotar.

Como os quartos são as divisões com menor área, a cozinha e a sala de estar são as zonas mais adequadas para a execução de uma divisão destinada para estas instalações pois possuem espaços mais amplos. No entanto, é importante que a intervenção seja pouco intrusiva, procurando sempre que possível evitar demolições de paredes interiores ou criar aberturas que possam alterar o comportamento estrutural da construção.

6. CONCLUSÕES

O projeto desenvolvido teve como principal objetivo, uma análise e um estudo mais aprofundado das construções tradicionais em adobe da região de Tomar que por diversas razões se encontram na maioria ao abandono.

Com este trabalho foi possível perceber melhor as construções em adobe desta região no que respeita: às tipologias arquitetónicas existentes e o seu funcionamento; as características arquitetónicas; o tipo de blocos de adobe empregue (dimensões); as formas de fabrico dos blocos; a sequência de execução das construções; descrições detalhadas do sistema construtivo e respetiva nomenclatura. O estudo poderá servir como complemento aos trabalhos e estudos já realizados por diversas entidades e instituições de ensino relacionados com a caracterização das construções em terra crua em Portugal e poderá ainda contribuir para valorizar as construções de adobe na região de Tomar.

Durante o estudo houve alguma dificuldade em encontrar mestres adobeiros, que, esclarecessem alguns aspetos sobre o sistema construtivo ou sobre a sequência de execução, havendo por isso a perfeita consciência que não é possível retomar na íntegra todos os métodos e técnicas deste tipo de construção, pois alguns foram-se perdendo ao longo dos tempos.

Do que foi possível apurar neste trabalho, estamos perante uma forma de construção muito sustentável, pelo uso de matérias naturais, um sistema construtivo simples por blocos e com um ambiente interior muito aceitável ainda que careça de algum conforto da vida moderna.

As patologias que estas construções padecem, podem ser solucionadas com soluções simples e económicas. O conhecimento destas patologias poderá servir não só para melhorar as técnicas de intervenção e de recuperação destes edifícios, mas também poderá ser útil para aperfeiçoar as técnicas construtivas em blocos de terra, para que sejam mais eficazes e seguras, quando aplicadas nas construções modernas.

Globalmente este trabalho poderá contribuir para valorizar o vasto património e atenuar o estigma existente associado ao desprestígio de viver numa construção em terra.

Em trabalhos futuros e com maior disponibilidade de tempo será possível estudar um universo maior de edifícios e tentar decifrar melhor as razões para se construir os aparelhos de diferentes formas. Embora este tipo de construção tradicional esteja mais presente no meio rural do que nos meios urbanos, apresentando uma arquitetura simples e modesta de

pequena dimensão, elas encerram o testemunho de um modo de viver não muito distante caracterizado por alguma carência económica. Também estes edifícios marcam e caracterizam a paisagem do Ribatejo norte, daí que seja interessante investir na reabilitação destes edifícios que têm valor patrimonial e cultural.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H. D. d. S. Azevedo, “Reforço de Estruturas de Alvenaria de Pedra, Taipa e Adobe com Elementos de Madeira Maciça,” Porto, 2010.
- [2] C. Ferreira, “Sustentabilidade do Sistema Construtivo em Terra: Um Projecto de Reabilitação,” Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012.
- [3] V. R. N. N. Trindade, “Caracterização Construtiva, Análise de Anomalias e Propostas de Reabilitação,” Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2008.
- [4] S. R. Duarte, “Construir com a Terra,” Faculdade de Arquitetura Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.
- [5] S. R. Duarte, Construir com a Terra, Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2013.
- [6] P. Rodrigues, “Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias,” em *MUSA*, Setúbal, Gráfica Santiago, 2005, pp. 149-155.
- [7] F. P. Torgal, R. M. Eires e S. Jalali, Construção em Terra Crua, Guimarães: TecMinho, 2009.
- [8] I. F. P. d. Fonseca, “Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitetónico e Paisagístico,” Universidade de Évora, Évora.
- [9] A. C. H. P. J. A. H. R. H. Varum, “Caracterização do Comportamento Estrutural de Paredes de Alvenaria de Adobe,” 2008, pp. 23-32.
- [10] “Técnicas de Construção em Terra,” Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Tomar, 2014.
- [11] A. Tavares, “Estratégia de Conservação Integrada do Património Edificado,” *Estratégia de Conservação Integrada do Património Edificado*, 2015.
- [12] A. C. A. V. T. M. H. P. J. A. Humberto Varum, “Caracterização mecânica e patológica das construções em Adobe no distrito de Aveiro como suporte em intervenções de reabilitação,” Universidade de Aveiro, Aveiro, 2005.
- [13] J. Mascarenhas, Sistemas de Construção XV - Arquitetura Popular Portuguesa, Lisboa: Livros Horizonte, 2015.

- [14] C. G. d. I. d. Bairrada, “Cofraria Gastronómica do leitão da Bairrada,” [Online]. Available:
<http://www.leitaobairrada.com/artigo.php?id=447>. [Acedido em 21 Fevereiro 2016].
- [15] Wikipedia, “Wikipedia,” Wikipedia, [Online]. Available:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Tomar>. [Acedido em 22 Julho 2016].
- [16] C. d. Portugal, “Concelho de Tomar,” [Online]. Available:
<http://www.tintazul.com.pt/castelos/str/tmr/index.html>. [Acedido em 21 Fevereiro 2016].
- [17] J. Maia e J. Aguiar, “6º Seminário de Arquitetura de Terra em Portugal,” em *Um Olhar Sobre a Construção em Adobe na Freguesia de Requeixo - Aveiro*, Porto, Faculdade de Arquitetura/Universidade do Porto, 2009, pp. 244-248.
- [18] J. Mascarenhas, *Sistemas de Construção XIII*, Lisboa: Livros Horizonte, 2012.
- [19] V. M. C. Almeida, “Arquitetura de Terra na Região de Aveiro,” Universidade Lusíada do Porto, Porto, 2015.
- [20] A. Tavares, A. Costa e H. Varum, “Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios,” INOVADOMUS, Aveiro, 2011.
- [21] D. G. G. Delavi, “Defloculação de Suspensões Aquosas de Argila e a sua Correlação com Caracterizações Químicas de Superfície,” Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- [22] M. Correia, “Taipa no Alentejo / Rammed Earth in Alentejo.,” Lisboa, 2007.
- [23] C. d. C. Ferreira, “A Sustentabilidade do Sistema Contrutivo em Terra,” Universidade da Beira Interior, Beira Interior, 2012.
- [24] T. D. Gonçalves e M. I. Gomes, “Construção de Terra Crua: Potencialidades e Questões em Aberto,” 18-20 junho 2012.
- [25] P. Lourenço, “Arquitetura de Terra: uma visão de futuro,” PlanetaCAD, Lisboa, 2002.
- [26] Bioarquitetura, “Bioarquitetura,” [Online]. Available:
http://www.4shared.com/all-images/Cn4NOoHA/PALESTRA_IMAGENS_BIOARQUITETUR.html?locale=pt-BR. [Acedido em 21 Fevereiro 2016].

- [27] T. Lusa, “Terra Lusa,” [Online]. Available:
<http://www.fotolog.com/terralusa/9982323/>. [Acedido em 21 Fevereiro 2016].
- [28] E. Portugal, “Vida Verde,” [Online]. Available:
http://portugal.ecovillage.org/fotos_vv2005_3.htm. [Acedido em 21 Fevereiro 2016].
- [29] D. R. d. S. F. E. C. L. S. M. F. António Jorge Ferreira Vaz, Manual BIOURB, Bragança: Câmara Municipal de Bragança.
- [30] A. C. V. T. M. Humberto Varum e J. A. Henrique Pereira, “Caracterização mecânica e patologia das construções em Adobe no distrito de Aveiro como suporte em intervenções de reabilitação,” Universidade de Aveiro, Aveiro, 2005.
- [31] M. J. N. d. Neves, “Técnicas de Recalçamento e Reforço de Fundações,” Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.
- [32] M. G. Margalha, “ARGAMASSAS,” Universidade de Évora, Évora.
- [33] I. T. Mendes da Silva, “Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da construção e da Reabilitação de Anomalias não Estruturais em Edifícios” em *Humidade na Construção*, Coimbra, Universidade de Coimbra, 2009.
- [34] “archiproducts,” [Online]. Available:
<http://www.archiproducts.com/pt/produtos/99882/sistema-sub-telha-sc-380-lastra-polivalente-onduline-italia.html>. [Acedido em 27-06-2016 Junho 2016].
- [35] H. Varum, A. Figueiredo, A. Costa, D. Silveira e J. Carvalho, “Caracterização e Reforço de Construções em Adobe,” Universidade de Aveiro, Aveiro.